

LUIS SAYAGUÉS LASO GARICOÏTS

Estado Nutricional e Fatores do Solo Limitantes
do Crescimento de *P. taeda* L.
em Telêmaco Borba (PR)

Dissertação submetida à consideração da
comissão examinadora no curso de Pós-
Graduação em Engenharia Florestal do Se-
tor de Ciências Agrárias da Universidade
Federal do Paraná como requisito parcial
para obtenção de Título de "Mestre em
Ciências" — M. Sc.

CURITIBA
1990

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

P A R E C E R

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pelo candidato LUIS SAYAGUÉS LASO GARICOITS, sob o título "DIAGNÓSTICO DO ESTADO NUTRICIONAL E DOS FATORES DO SOLO LIMITANTES DO CRESCIMENTO DE *E. taeda* L. EM TELÉMACO BORBA - (PR.)" para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Área de concentração em SILVICULTURA, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de parecer pela "APROVAÇÃO" da Dissertação completando assim os requisitos necessários para receber o grau e o Diploma de Mestre em Ciências Florestais.

Observação:

O critério de aprovação da Dissertação e Defesa da mesma a partir de novembro de 1980 é apenas, APROVADA ou NÃO APROVADA.

Curitiba, 12 de fevereiro de 1990



Sergio Valiengo Valeri

Prof.Dr. Sergio Valiengo Valeri
Primeiro Examinador

Sebastião do Amaral Machado

Prof.Ph.D. Sebastião do Amaral Machado
Segundo Examinador

Arthur Santos Filho

Prof.Dr. Arthur Santos Filho
Presidente da Banca

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Arthur Santos Filho, Orientador e amigo, pela orientação prestada e pelas sugestões precisas nas análises químicas e na classificação dos solos.

Ao Prof. Dr. Carlos Bruno Reissmann, Co-orientador e amigo, pela orientação na área de nutrição florestal.

Ao Prof. Dr. Sebastião A. Machado, Co-orientador e amigo, pelo auxílio, as sugestões e a orientação prestada na análise do crescimento.

À FINEP pelo financiamento das análises de solo e foliares feitas pelo Projeto do 2º Planalto.

À KLABIN do Paraná Agro Florestal S.A., pelos recursos físicos e humanos oferecidos para a coleta de dados e material de campo.

A todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

LUIS SAYAGUÉS LASO GARICOÏTS, filho de Luis Sayagués Laso e María del Carmen Garicoïts, nasceu a 22 de novembro de 1957 em Montevideo, Uruguai. Em 1983 concluiu o Curso de Graduação em Agronomia pela Facultad de Agronomía da Universidad de la República em Montevideo, Uruguai, com a apresentação do trabalho de pesquisa intitulado : "Evaluación de progenies de individuos de distintos orígenes de *Pinus taeda* L.", obtendo o título de Ingeniero Agrónomo con orientación Forestal. Possui trabalhos publicados na área de Silvicultura em geral e na área específica de Nutrição Florestal. Em março de 1986 iniciou o Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Silvicultura, a nível de Mestrado, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

SUMÁRIO

	<u>LISTA DE TABELAS</u>	viii
	<u>LISTA DE FIGURAS</u>	xi
	<u>RESUMO</u>	xii
1	<u>INTRODUÇÃO</u>	01
2	<u>OBJETIVOS</u>	02
3	<u>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u>	03
3.1	OCORRÊNCIA NATURAL DO <i>P. taeda</i>	03
3.1.1	Situação geográfica e topografia	03
3.1.2	Clima	04
3.1.3	Solos	05
3.2	CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE POVOAMENTOS DE PINUS.	06
3.2.1	Crescimento	06
3.2.2	Características dos solos	07
3.2.3	Estado nutricional	11
4	<u>MATERIAIS E MÉTODOS</u>	20
4.1	DESCRIÇÃO DOS POVOAMENTOS	20
4.1.1	Localização e características do meio físico ..	20
4.1.2	Caracterização dos povoamentos	21
4.1.3	Estabelecimento das parcelas	21
4.2	ANÁLISES DE SOLO	22
4.2.1	Amostragem	22
4.2.2	Caracterização morfológica	22
4.2.3	Análises físicas	22
4.2.4	Análises químicas	23

4.2.5	Classificação dos solos	24
4.3	ANÁLISES FOLIARES	26
4.3.1	Amostragem	26
4.3.2	Análises químicas	26
4.4	ANÁLISE DO CRESCIMENTO	27
4.4.1	Amostragem	27
4.4.2	Análises de tronco	27
4.4.3	Curvas do incremento corrente anual (I.C.A.) e do incremento medio anual (I.M.A.)	28
4.5	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	28
4.5.1	Análises de variância	28
4.5.2	Análises de correlação simples	32
4.5.3	Análises de componentes principais	33
4.5.4	Análises de regressão múltipla	33
5	<u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	35
5.1	LOCALIZAÇÃO DOS POVOAMENTOS	35
5.2	ANÁLISES DE SOLO	35
5.2.1	Descrição dos perfis	35
5.2.2	Morfologia	35
5.2.3	Propriedades químicas	36
5.2.4	Propriedades físicas	44
5.2.5	Classificação dos solos	44
5.2.6	Análises de variância das variáveis de solo....	45
5.3	ANÁLISES FOLIARES	52
5.3.1	Teores de nutrientes das acículas.....	52
5.3.2	Análises de variância dos teores foliares	54
5.4	ANÁLISE DO CRESCIMENTO	57
5.4.1	Crescimento em diâmetro	57
5.4.2	Crescimento em altura total	59

5.4.3	Crescimento em volume total	63
5.4.4	Análises de variância das variáveis de crescimento.....	66
5.5	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	70
5.5.1	Correlações das variáveis de solo	70
5.5.2	Correlações das variáveis foliares	71
5.5.3	Correlações das variáveis de crescimento	71
5.5.4	Análises de componentes principais	76
5.5.5	Análises de regressão múltipla	80
6	<u>CONCLUSÕES</u>	86
	<u>SUMMARY</u>	87
	<u>APÊNDICES</u>	88
	<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	121

LISTA DE TABELAS

		Página
1	CÓDIGOS E DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS ANALISADAS NO PRESENTE TRABALHO	29
2	MODELOS MATEMÁTICOS MISTOS E FORMAS DOS ANAVA UTILIZADOS NO PRESENTE TRABALHO	31
3	VALORES MÉDIOS DE ÍONS TROCÁVEIS, pH, S, VZ E m DOS HORIZONTES A; B E A+B DOS PERFIS DE SOLO ANALISADOS EM PINHAL BONITO (P. B.), TRINITA (TRIN.) E MANDAÇAIA (MAND.)	37
4	TEORES MÉDIOS (ppm) DE NUTRIENTES TOTAIS DOS HORIZONTES A; B E A+B, DOS PERFIS DE SOLO ANALISADOS EM PINHAL BONITO (P. B.), TRINITA (TRIN.) E MANDAÇAIA (MAND.)	39
5	TEORES MÉDIOS (ppm) DOS NUTRIENTES EXTRAÍDOS COM ÁCIDO CÍTRICO A 1 % DOS HORIZONTES A; B E A+B DOS PERFIS DE SOLO ANALISADOS EM PINHAL BONITO, TRINITA E MANDAÇAIA	41
6	VALORES MÉDIOS DAS VARIÁVEIS FÍSICAS DOS HORIZONTES A; B E A+B, DOS PERFIS DE SOLO ANALISADOS EM PINHAL BONITO (P. B.), TRINITA (TRIN.) E MANDAÇAIA (MAND.)	43
7	MATERIAL DE ORIGEM, TIPO DE SOLO E PROFUNDIDADE TOTAL DO SOLO (m) EM PINHAL BONITO (P. B.), TRINITA (TRIN.) E MANDAÇAIA (MAND.)	44
8	RESULTADO DAS ANÁLISES DE VARIÂNCIA DOS VALORES MÉDIOS DOS HORIZONTES A, B E A+B, DE ÍONS TROCÁVEIS, CZ, VZ, CTC, S, pH E m, DOS SOLOS ANALISADOS NOS LOCAIS DE ESTUDO	46
9	COMPARAÇÃO ATRAVÉS DO TESTE DE DUNCAN DAS MÉDIAS DOS LOCAIS NO CASO DOS VALORES MÉDIOS DOS HORIZONTES A, B E A+B, DE ÍONS TROCÁVEIS, CZ, CTC, S E VZ, QUE APRESENTARAM DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS ENTRE OS TRÊS LOCAIS	47
10	RESULTADO DAS ANÁLISES DE VARIÂNCIA DOS TEORES MÉDIOS DOS HORIZONTES A, B E A+B, DE NUTRIENTES DETERMINADOS POR DIGESTÃO TOTAL E EXTRAÇÃO COM ÁCIDO CÍTRICO A 1%, DOS SOLOS ANALISADOS NOS LOCAIS DE ESTUDO	48

11	COMPARAÇÃO ATRAVÉS DO TESTE DE DUNCAN DAS MÉDIAS DOS LOCAIS NO CASO DOS VALORES MÉDIOS DOS HORIZONTES A, B E A+B, DE NUTRIENTES DETERMINADOS POR DIGESTÃO TOTAL E EXTRAÇÃO COM ÁCIDO CÍTRICO A 1%, QUE APRESENTARAM DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS ENTRE OS TRÊS LOCAIS.....	49
12	RESULTADO DAS ANÁLISES DE VARIÂNCIA DOS VALORES MÉDIOS DOS HORIZONTES A, B E A+B, DAS VARIÁVEIS FÍSICAS DOS SOLOS ANALISADOS NOS LOCAIS DE ESTUDO.....	50
13	COMPARAÇÃO ATRAVÉS DO TESTE DE DUNCAN DAS MÉDIAS DOS LOCAIS NO CASO DOS VALORES MÉDIOS DOS HORIZONTES A, B E A+B, DAS VARIÁVEIS FÍSICAS DE SOLO QUE APRESENTARAM DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS ENTRE OS TRÊS LOCAIS.....	51
14	TEORES DE MACRO E MICRONUTRIENTES TOTAIS DAS ACÍCULAS DO 1º E 2º LANÇAMENTO DE ÁRVORES DE <i>P. taeda</i> AOS 16 ANOS DE IDADE EM PINHAL BONITO (PT-22 A PT-26), TRINITA (PT-27 A PT-30) E MANDAÇAIA (PT-31 A PT-33).....	54
15	RESULTADO DAS ANÁLISES DE VARIÂNCIA DO TIPO I REALIZADAS COM AS VARIÁVEIS FOLIARES E COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DOS LOCAIS.....	55
16	DIÂMETRO MÉDIO (DAP EM cm) POR PARCELA DE ÁRVORES DE <i>P. taeda</i> DE 1 A 16 ANOS DE IDADE EM PINHAL BONITO, TRINITA E MANDAÇAIA.....	57
17	ALTURA TOTAL MÉDIA POR PARCELA (m) DE ÁRVORES DE <i>P. taeda</i> DE 1 A 16 ANOS DE IDADE EM PINHAL BONITO, TRINITA E MANDAÇAIA	61
18	VOLUME TOTAL MÉDIO POR PARCELA (m ³) DE MADEIRA DE <i>P. taeda</i> DE 1 A 16 ANOS DE IDADE EM PINHAL BONITO, TRINITA E MANDAÇAIA.....	65
19	FATOR DE FORMA NATURAL MÉDIO POR PARCELA DE ÁRVORES DE <i>P. taeda</i> DE 1 A 16 ANOS DE IDADE EM PINHAL BONITO, TRINITA E MANDAÇAIA.....	67
20	RESULTADO DAS ANÁLISES DE VARIÂNCIA REALIZADAS COM AS VARIÁVEIS DE CRESCIMENTO E COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DOS LOCAIS	69
21	VARIÁVEIS SELECIONADAS PARA A ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS.....	75
22	PRIMEIROS 9 AUTOVECTORES OBTIDOS DA ACP FEITA COM AS VARIÁVEIS DE SOLO E OS AUTOVALORES E PORCENTAGENS ACUMULADAS DE VARIAÇÃO	78

23	PRIMEIROS 9 AUTOVETORES OBTIDOS DA ACP FEITA COM AS VARIÁVEIS DE SOLO E FOLIARES E OS AUTOVALORES E PORCENTAGENS ACUMULADAS DE VARIAÇÃO.....	79
24	MODELOS AJUSTADOS PARA A ESTIMATIVA DOS PARÂMETROS DE CRESCIMENTO OBTIDOS PELO MÉTODO STEPWISE.	83

LISTA DE FIGURAS

		Página
1	DISTRIBUIÇÃO NATURAL DO <i>P. taeda</i>	04
2	LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO DE TELÊMACO, BORBA, NO SEGUNDO PLANALTO DO ESTADO DO PARANÁ ONDE FOI REALIZADO O PRESENTE ESTUDO.....	20
3	CONCENTRAÇÕES FOLIARES MÉDIAS POR LOCAL E MACRO E MICRONUTRIENTES	53
4	CURVAS DE CRESCIMENTO MÉDIO POR LOCAL EM DAP E OS ICA E IMA CORRESPONDENTES DAS ÁRVORES DE <i>P. taeda</i> DE 1 A 16 ANOS DE IDADE EM PINHAL BONITO, TRINITA E MANDAÇAIA.....	58
5	CURVAS DE CRESCIMENTO MÉDIO POR LOCAL EM ALTURA TOTAL E OS ICA E IMA CORRESPONDENTES DAS ÁRVORES DE <i>P. taeda</i> DE 1 A 16 ANOS DE IDADE EM PINHAL BONITO, TRINITA E MANDAÇAIA.....	60
6	CLASSES DE SÍTIO E CURVAS DE CRESCIMENTO EM ALTURA TOTAL MÉDIA POR LOCAL DO PRESENTE TRABALHO.....	62
7	CURVAS DE CRESCIMENTO MÉDIO POR LOCAL EM VOLUME TOTAL E OS ICA E IMA CORRESPONDENTES DAS ÁRVORES DE <i>P. taeda</i> DE 1 A 16 ANOS DE IDADE EM PINHAL BONITO, TRINITA E MANDAÇAIA	64
8	CURVA REPRESENTATIVA DO FATOR DE FORMA NATURAL MÉDIO DAS ÁRVORES DE <i>P. taeda</i> DE 1 A 16 ANOS DE IDADE EM PINHAL BONITO, TRINITA E MANDAÇAIA.....	66
9	ORDENAMENTO DAS VARIÁVEIS DE SOLO E FOLIARES EM DOIS EIXOS CORRESPONDENTES AOS AUTOVETORES 1 E 2, DA PRIMEIRA E SEGUNDA ACP REALIZADAS.....	81

RESUMO

Com o objetivo de relacionar as características dos solos com parâmetros de crescimento e com o estado nutricional de povoamentos de *P. taeda* L. com 16 anos de idade, localizados em áreas da KLABIN do Paraná Agro Florestal S.A. na região de Telêmaco Borba (PR), foram selecionados povoamentos localizados em solos derivados de três materiais de origem diferentes: diabásio; arenito e ritmitos. Demarcaram-se 12 parcelas ao acaso nas áreas de estudo e em cada parcela foram abertas trincheiras para coleta de amostras de solo de todo o perfil, foram obtidas amostras foliares e derrubadas duas árvores dominantes nas quais foram feitas análises de tronco. Nas amostras de solo foram feitas análises físicas e foram determinados os teores dos elementos trocáveis, o pH (KCl) e o C%, bem como P, K, Ca, Mg, Al, Fe, Cu, Mn e Zn totais por digestão com HF-HClO₄ e K, Ca, Mg, Cu e Zn extraíveis com ácido cítrico a 1%. Foi feita a caracterização morfológica e a classificação de todos os perfis. Nas amostras foliares foram determinadas as concentrações totais de N, P, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn e B do 1º e do 2º lançamento. As diferenças dos parâmetros estudados entre os três locais foram analisadas através de análises de variância e as relações entre as variáveis de solo, foliares e de crescimento foram analisadas através de análise de correlação simples, análise de componentes principais e análise de regressão múltipla pelo método STEPWISE. Com base nos resultados obtidos, concluiu-se que os solos sobre arenito, de textura mais arenosa, apresentaram menores valores de acidez trocável e capacidade de troca cationica e menores teores de carbono, P, K, Mg, Al e Zn, do que os solos com maior teor de argila, derivados de diabásio e ritmitos. As acículas das árvores que crescem nos solos derivados de arenito apresentaram concentrações de K, Fe, Cu e Zn significativamente menores que as acículas coletadas nas parcelas com solos derivados de diabásio e ritmitos. Consequentemente, o crescimento de *P. taeda* nos solos derivados de arenito foi significativamente menor do que nos solos derivados de diabásio e ritmitos.

1 INTRODUÇÃO

O *Pinus taeda* L. é a espécie do género *Pinus* mais plantada pela Indústria KLABIN do Paraná, no município de Telêmaco Borba, localizado no segundo planalto do Estado do Paraná.

Com o intuito de maximizar a produção de madeira e reduzir o período de rotação, os povoamentos vem sendo manejados intensivamente. Porém, o crescimento e o estado nutricional dos povoamentos variam nitidamente em função do tipo de solo.

A análise dos fatores do solo que afetam o estado nutricional e limitam o crescimento das árvores de *P. taeda* é necessária para a elaboração de planos de manejo adequados para a espécie. Além disso, o estabelecimento de relações entre os fatores edáficos e o crescimento das árvores fornece subsídios para determinar a aptidão florestal dos solos para pinus, que tem por objetivo o uso racional do solo.

2 OBJETIVOS

O presente trabalho teve por objetivo estudar as relações que existem entre os fatores edáficos analisados, parâmetros de crescimento e o estado nutricional de povoamentos de *P. taeda* L. com 16 anos de idade, localizados em solos derivados de diabásio, arenito e ritmitos, no segundo planalto do Estado do Paraná.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 OCORRÊNCIA NATURAL DO *P. taeda*

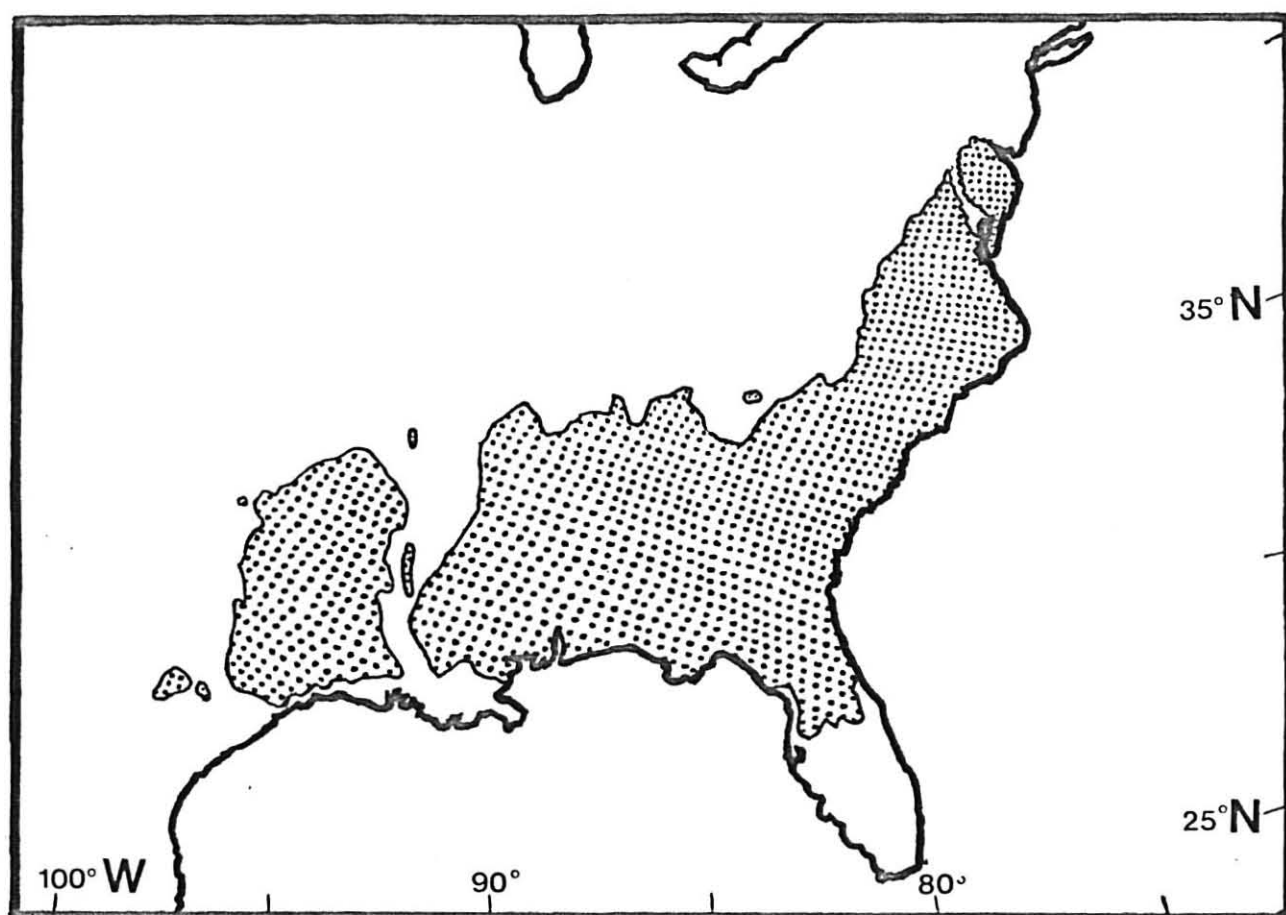
3.1.1 Situação geográfica e topografia

O *P. taeda* é originário dos Estados Unidos. Devido a sua ampla faixa de distribuição natural (FIGURA 1), a sua ocorrência em povoamentos puros, a sua abundância e a versatilidade do seu uso, é a principal espécie comercial de pinus do sudeste dos Estados Unidos. Ele cresce nas planícies costeiras (Coastal Plain) e no piemonte (Piedmont) desde os estados de Delaware e Maryland (aproximadamente a 40°00'N e 75°00'W) até o centro da Florida no Sul (aproximadamente 28°00'N) e até o leste de Texas, num total de 12 estados nos Estados Unidos (USDA-FS⁸⁶).

O *P. taeda* se estende principalmente através de duas regiões fisiográficas, a planície costeira e o piemonte, com características topográficas diferentes. A planície costeira é geralmente muito plana perto da costa, mas torna-se ondulada e com morros em direção ao interior, com elevações que atingem até 330 m. s. n. m. na Georgia. A topografia do piemonte é mais ondulada que na planície costeira, com padrões de drenagem altamente desenvolvidos e solos geralmente mais pesados. As elevações atingem até 500 m. s. n. m. No norte de Alabama e Georgia o *P. taeda* cresce até em altitudes de 650 m. s. n. m. e ainda maiores (USDA⁸⁶).

Os índices de sítio do *P. taeda* aumentam em geral desde a

FIGURA 1. DISTRIBUIÇÃO NATURAL DO *P. taeda*



parte superior das montanhas até as partes baixas, mas esta variação parece estar mais relacionada a diferenças no solo do que com a posição na pendente ou com o declive (COILE¹⁴). As características do solo que determinam a qualidade do sítio, como a espessura do horizonte superficial e a consistência do subsolo estão levemente correlacionadas com a topografia, mas o uso passado do solo, as diferenças no material de origem e outros fatores também afetam o desenvolvimento do perfil do solo e causam variações na qualidade do sítio, independentemente da topografia (USDA-FS⁸⁶).

3.1.2 Clima

O clima em que se desenvolve naturalmente é úmido com verões longos e quentes e invernos suaves. A precipitação média anual varia desde 1000 mm a 1500 mm; é menor no Norte, em Maryland e Delaware e no extremo Oeste de Texas. Ao longo da costa do Golfo a média são 1500 mm anuais. O verão é normalmente a estação mais úmida e o outono a mais seca na costa atlântica. Na região Oeste da faixa de distribuição natural a chuva está distribuída mais uniformemente ao longo do ano, mas acontecem secas de verão com frequência suficiente como para dificultar seriamente a regeneração natural da espécie (USDA-FS⁸⁶).

O período livre de geadas varia de 6 meses no Norte até 10 meses no Sul. A temperatura média do mês mais quente (julho no HN) está sobre os 24°C e frequentemente supera os 38°C; a temperatura média do mês mais frio (janeiro no HN) é de 2°C até 17°C e ocasionalmente cai até -23°C nas regiões Norte e Oeste da faixa (USDA-FS⁸⁶).

O fator limitante principal da distribuição natural da

espécie ao Norte é provavelmente a temperatura, mas a precipitação é a que provavelmente limita sua extensão ao Oeste. As temperaturas baixas do ar danificam a copa e a baixa temperatura do solo retarda a absorção da água no *P. taeda* mais do que nas outras espécies nativas do Norte dos Estados Unidos (KRAMER³⁹).

3.2.3 Solos

O *P. taeda* cresce em uma grande variedade de solos, desde os podzólicos planos mal drenados e alagáveis da parte mais baixa da planície costeira até os solos residuais velhos da parte superior do piemonte. Ele cresce melhor em solos com uma drenagem superficial ruim, um horizonte superficial profundo e um subsolo firme (GAISER²⁷, ZAHNER⁹⁹). Esse tipo de solo é comum na parte baixa das planícies costeiras e nas planícies alagáveis dos maiores rios. Na planície costeira a produtividade dos solos diminui na medida em que os solos apresentam uma maior drenagem superficial. A presença de uma capa dura (hardpan) dentro do perfil das raízes reduz drasticamente a produtividade. As areias profundas e muito drenadas produzem também sítios de qualidade muito baixa a menos que se encontre um lençol freático dentro das proximidades das raízes das árvores. Com lençóis freáticos altos as areias podem ter altos índices de sítio (CHANDLER et alii¹⁵).

Dentro das regiões do piemonte onde os solos são bem drenados, são as características físicas dos solos, as que determinam a disponibilidade da umidade. Ali, os solos não erosionados e com um horizonte superficial profundo e um subsolo friável são melhores (COILE & SCHUMACHER¹³). Os

menos produtivos são os solos erosionados com um subsolo muito plástico. Quando o horizonte A desaparece, o índice de sítio diminui muito.

3.2 CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE POVOAMENTOS DE PINUS

3.2.1 Crescimento

Durante os primeiros 5 a 10 anos, o crescimento em altura das plântulas vigorosas de *P. taeda* atingem em média 76 cm/ano. Em condições favoráveis, as plântulas podem atingir 60 cm de altura no primeiro ano, mas a média de altura do primeiro ano é de 10 cm.

Na planície costeira de North Carolina, as plântulas crescem mais rápido nos solos com mais areia (sandy loams) com subsolos friáveis, do que nos solos com mais silte (silt loams) com subsolos plásticos. As plântulas nos melhores solos tem em geral copas maiores (USDA-FS⁶⁶).

A retomada do crescimento que acontece na primavera é principalmente uma resposta às temperaturas crescentes do ar, mas está influenciada também pela temperatura do solo (KRAMER,⁴⁰). Acontece geralmente antes da data da última geada forte, no final de março ou começo de abril (HN) nas regiões mais ao Norte e aproximadamente um mês antes nas regiões do sul da faixa de dispersão. Vinte por cento ou mais do crescimento total do ano acontece cada mês, desde abril até agosto (HN). Oitenta por cento do crescimento é completado normalmente já no 1º de julho em todas as regiões da faixa (REED⁶², KRAMER^{40, 41, 42}, WILLINSTON⁹⁸).

As plântulas vigorosas possuem vários fluxos de cresci-

mento em altura durante a estação de crescimento, normalmente três; o primeiro deles é o mais longo e o último é normalmente muito curto (WENGER⁹⁶). O melhor crescimento acontece com temperaturas noturnas de 12°C a 13°C menores do que as do dia (USDA-FS⁸⁶). Portanto, a diminuição do crescimento em altura no meio do verão pode ser devido em parte, às altas temperaturas noturnas. As altas temperaturas noturnas podem também ser um fator importante na determinação da taxa de crescimento, geralmente mais lenta no *P. taeda* ao longo da costa do Golfo. O crescimento em altura termina no fim do verão, antes de que as temperaturas do ar se tornem desfavoráveis e aparentemente em resposta aos períodos de iluminação diária menores (USDA-FS⁸⁶).

A respeito do desenvolvimento, algumas árvores individuais podem atingir diâmetros de até 130 ou 150 cm e alturas de até 46 m em idades avançadas (ASHE²). Porém, a média é muito menor, chegando em sítios ruins a DAP de 26 cm e alturas de 19 m aos 60 anos e em sítios bons a DAP de 47 cm e alturas de 39 m a mesma idade (USDA-FS⁸⁷). Em povoamentos manejados, as árvores atingem dimensões bem maiores (SHOULDERS⁷³).

3.2.2 Características dos solos

Existem dois fatores naturais do meio que podem causar fortes variações no crescimento do *P. taeda*, podendo levar até a situações de deficiência nutricional, que são os fatores edáficos e os biológicos, estes representados pelas pragas e doenças que afetam a capacidade de absorção de nutrientes pelas raízes (BJORKMAN¹⁰). Não têm sido realizados

trabalhos para determinar a possibilidade de existência deste tipo de patologia na região de Telêmaco Borba no Paraná.

A respeito do solo, os pesquisadores florestais tem reconhecido há muito tempo a profunda influência da morfologia e das propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos no desenvolvimento e distribuição das árvores (KRAMER³⁹, COILE¹⁴, GAISER²⁷, ZAHNER⁹⁹, PRITCHETT⁵⁴). O estabelecimento de relações entre as propriedades dos solos e o crescimento das árvores permite dispor de elementos fundamentais para a seleção dos locais de novas plantações.

As características morfológicas e físicas dos solos (profundidade, textura, estrutura, porosidade, capacidade de armazenagem de água) têm sido as primeiras a serem consideradas pelos pesquisadores florestais ao estudarem a influência do solo nas florestas, minimizando até faz relativamente pouco tempo a importância das propriedades químicas e biológicas. Atualmente, tem se prestado muito mais atenção à influência da interrelação dos tres grupos de propriedades sobre a produtividade do sítio (PRITCHETT⁵⁴).

A profundidade de enraizamento afeta o desenvolvimento das árvores, sendo que QUINTEROS observou no segundo planalto do Estado do Paraná que os solos litólicos apresentam crescimentos de *P. taeda* significativamente menores do que os solos profundos,⁵⁵ o que é confirmado por SANTOS FILHO & ROCHA⁶⁹.

Algumas características morfológicas e físicas do solo como por exemplo a textura, a estrutura e a cor, têm mais efeitos indiretos do que diretos no crescimento das árvores, pois exercem influência sobre a umidade, temperatura,

aeração e disponibilidade de nutrientes do solo e estas quatro características do solo é que afetam diretamente a sobrevivência e o crescimento das árvores.

Em relação à textura, nos solos profundos de textura arenosa com pouca disponibilidade de nutrientes, podem se desenvolver povoamentos de algumas espécies de pinus com um crescimento relativamente pobre. A produtividade dos solos arenosos incrementa-se na medida em que se incrementa a proporção de material menor que 0,05 mm (partículas de argila e silte) até um determinado nível ótimo (PRITCHETT⁵⁴). Algumas observações neste sentido foram sido feitas no segundo planalto do Estado do Paraná (REISSMANN⁵⁷ e QUINTEROS⁵⁵). Porém, SANTOS FILHO & ROCHA observaram que povoamentos de *P. taeda* desenvolvidos em solos de textura arenosa proporcionaram excelente crescimento quando localizados em terraços onde existe disponibilidade de água às árvores durante o ano inteiro.⁶⁹

Com relação às características químicas do solo, MACHADO & PAVAN informaram a existência de problemas de disponibilidade de Zn em solos do segundo planalto do Estado do Paraná.⁴⁶ REISSMANN *et alii*, também observaram problemas de disponibilidade de este elemento para pinus na mesma região.⁶¹

À respeito do comportamento deste elemento no solo, foi verificado que existe uma relação inversa entre o pH do solo e a disponibilidade do Zn, provavelmente devido às diferenças em solubilidade das formas de Zn dependentes do pH (BARROWS *et alii*⁵, SHUMAN⁷⁴, BAR-YOSEF⁷, MALAVOLTA⁴⁹). BARROWS *et alii* afirmam também que a matéria orgânica é uma das frações do solo mais ativas em dificultar a disponibilidade

de do Zn. Embora exista alguma evidência de que os microorganismos do solo afetam a disponibilidade do Zn, a maioria dos trabalhos indicam algum tipo de quelação do Zn com a fração orgânica. O Zn não é igualmente adsorvido, nem na mesma quantidade nem pelos mesmos mecanismos em todos os minerais argilosos. Ele pode ou não ocupar lugares de intercâmbio, pode ser adsorvido como íon monovalente, aumentando assim a capacidade de troca aniônica (CTA), ou pode ocupar espaços expostos na capa octaédrica das argilas. Ele também pode substituir os íons Mg que ocupam posições nos octaedros e ser, por sua vez, substituído parcialmente pelo Mg quando este é adicionado ao solo como adubo. Esta substituição ajuda a explicar os resultados de ensaios nos quais a adição de Mg incrementou a absorção de Zn pelas árvores.⁵

No Estado do Paraná, foi observada a influência do material de origem nas características físicas e químicas do solo (SANTOS FILHO⁶³, SANTOS FILHO *et alii*⁶⁶, SANTOS FILHO & DA ROCHA⁷⁰). SANTOS FILHO, encontrou em solos desenvolvidos sobre basalto conteúdos de Fe, Al e Mn amorfos e cristalinos maiores do que em solos desenvolvidos sobre arenitos de Botucatu. Pelas elevadas concentrações de piroxênios e anfibólios no seu material de origem, os solos sobre basalto apresentam os maiores teores de Fe_2O_3 , TiO_2 e MnO ; os menores de SiO_2 na terra fina e os maiores de hematita e goethita na fração argila. Também os teores em bases alcalinas e alcalinas terrosas, bem como a potencialidade nutritiva (conteúdos de Ca, Mg, K e P) são maiores nestes solos. Nos solos originados de rochas ácidas (arenitos) predominaram o SiO_2 e os baixos teores de Fe_2O_3 , TiO_2 e MnO e foram achados

os menores teores de hematita e goethita (óxidos de Fe) na fração argila.⁶³

WEDEPOHL, afirma que os solos derivados de arenitos podem apresentar deficiências de Zn para determinadas culturas, pois além de ter uma reserva pequena desse elemento, estes solos apresentam baixos teores de óxidos de Fe que têm a propriedade de fixar intensamente o Zn.⁹³ SANTOS FILHO encontrou teores altos de Zn total em solos originados de basalto (159 ppm), intermediários em solos originados de folhelhos argilosos e migmatitos (60 - 70 ppm) e baixos nos solos sobre arenitos, tanto de Botucatu (36 ppm) como de Furnas (30 ppm).⁶⁴ Isto coincide com observações de SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL ao verificarem que os arenitos e argilitos apresentam teores de Zn total baixos em relação às rochas básicas, devido à presença de Zn nos minerais dos grupos anfíbolios e piroxenios abundantes nestas rochas básicas (VINOGRADOV⁹⁹).⁷²

QUINTEROS analisando solos sobre arenitos de Furnas, encontrou quantidades de Zn extraível com HCl 0,1 N muito baixas (0,554 ppm em média), bem inferiores ao valor de 1 ppm indicado por LOPES como nível crítico para culturas agrícolas em solos de cerrado.^{55, 44}

3.2.3 Estado nutricional

O estado nutricional e o rendimento de um povoamento de árvores, dependem do fornecimento de nutrientes. O rendimento aumenta com o aumento do suprimento de nutrientes até atingir um rendimento ótimo e depois disso fica relativamente constante ou decresce ao aumentar o suprimento de nutrientes (MILLER⁵²).

As concentrações foliares da maioria dos nutrientes aumentam com o aumento do suprimento dos nutrientes à árvore, mesmo depois de atingido o rendimento ótimo. Porém, alguns nutrientes com pouca mobilidade (como é o caso do Ca) apresentem um padrão de comportamento diferente (MILLER⁵²).

Para confirmar que os nutrientes do solo estão sendo usados eficientemente, ou que os adubos estão produzindo o maior efeito possível, é necessário entender o papel do ciclo dos nutrientes na manutenção da produção florestal. Este ciclo inclui a ciclagem, acumulação e redistribuição de nutrientes dentro dos povoamentos florestais (MILLER⁵², WELLS & JORGENSEN⁹⁵, JORGENSEN *et alii*³⁶).

Os mecanismos desenvolvidos pelas árvores para possibilitar o crescimento em condições de um fornecimento limitado de nutrientes pelo solo incluem meios para aumentar as entradas de nutrientes no sistema, meios para maximizar a retenção deles dentro do ecossistema e mecanismos de reutilização dos nutrientes, uma vez que eles estão dentro da árvore. A importância relativa desses mecanismos varia entre os diferentes nutrientes e muda também na medida em que a plantação se desenvolve. De forma similar, a importância relativa de cada um desses mecanismos varia entre as espécies. O estado nutricional de um povoamento em um dado momento ou durante um período, é resultado da eficiência desses mecanismos em um determinado sítio (SWITZER & NELSON⁸², PRITCHETT⁵⁴).

Os processos de cujo balanço depende o estado nutricional são a acumulação de nutrientes no litter; a acumulação nas diferentes partes das árvores; a translocação entre os tecidos e as perdas ou extração de nutrientes do sistema.

A acumulação de nutrientes em uma plantação de pinus acontece principalmente em dois locais: externamente às árvores, ou seja, no litter, e dentro das diferentes partes das árvores.

Durante o envelhecimento de um tecido, bem como durante o processo de abscisão das acículas ou durante a formação da madeira do cerne, os nutrientes móveis, que não estão retidos de forma irreversível nos tecidos estruturais podem ser mobilizados para os tecidos vivos em desenvolvimento. Os nutrientes não móveis e parte dos nutrientes considerados móveis, são liberados ao acontecer a queda natural das acículas, galhos e outros órgãos. Estes nutrientes vão se acumulando nas camadas orgânicas do solo. Estas camadas contêm uma grande reserva de nutrientes que são liberados ao solo a medida que a matéria orgânica se decompõe e podem ser absorvidos novamente pelas árvores. Estes nutrientes são também absorvidos diretamente das camadas orgânicas por uma grande quantidade de raízes absorventes que em elas se localizam (METZ *et alii*⁵¹, VAN LEAR & GOEBEL⁸⁹).

A acumulação de nutrientes nas árvores é a causa do aumento da sua biomassa. As concentrações de nutrientes variam muito entre os diferentes componentes das árvores, segundo as suas funções metabólicas e é por isto que os padrões de acumulação de nutrientes são diferentes dos da biomassa. A folhagem, rica em nutrientes, e as raízes laterais alcançam seu máximo desenvolvimento relativamente cedo durante o período da rotação, ao passo que a biomassa das estruturas lenhosas que são mais pobres em nutrientes acumula-se progressivamente (SWITZER *et alii*^{80, 81},

MILLER⁵², SMITH *et alii*⁷⁵, CHUNG¹⁶).

De acordo com o que foi exposto, a taxa de acumulação dos nutrientes de alta mobilidade é mais rápida antes e durante o fechamento das copas do que em estágios posteriores, enquanto que os nutrientes menos móveis como o Ca, localizados principalmente nos tecidos estruturais, tem uma taxa de acumulação similar à da biomassa total. Muitas das variações que ocorrem na distribuição dos nutrientes dentro das árvores informadas na bibliografia podem ser simplesmente o reflexo dos diferentes estágios de desenvolvimento da plantação na hora da amostragem (ARMSON¹, METZ *et alii*⁵⁰).

Existem dois processos diferentes de movimentação de nutrientes dentro das árvores. O primeiro deles é o processo de translocação que acontece desde as raízes até as partes verdes, nas quais os nutrientes absorvidos são metabolizados. Esta translocação é feita através dos condutos do xilema (MILLER⁵²).

O outro processo é o de redistribuição e tem a finalidade de conservar os nutrientes já absorvidos dentro da árvore. É a translocação que acontece desde os tecidos velhos até os tecidos mais novos, processo que se acelera nas semanas prévias à abscisão. WELLS & METZ estimaram que entre 50% do N e do P e 60% do K movimentaram-se desde as acículas mais velhas até as acículas mais novas justamente antes da abscisão em *P. taeda* de 5 anos.⁹⁴ Resultados com a mesma tendência foram encontrados também para outras espécies de pinus (MILLER⁵², FOWELLS & KRAUSS²⁵). O Ca se acumula com a idade e está presente em altas concentrações na manta flo-

restal. Têm sido observadas acumulações similares para o Cr, Fe, Zn, Cu e particularmente o Pb (MILLER⁵²). (

A redistribuição desde os tecidos velhos até os tecidos mais novos é feita através do floema. Geralmente, essa recuperação através da redistribuição é mais eficiente nas árvores que recebem taxas ótimas de nutrientes. Quando as taxas de nutrientes são superiores às ótimas existe menor necessidade de redistribuição e sob condições de deficiência de nutrientes, uma maior proporção do nutriente da acícula é incorporado aos tecidos estruturais e não pode ser mobilizado. Portanto, o teor de nutrientes móveis pode ser muito menor do que sugeriria a análise de nutrientes totais da acícula, dependendo do estado nutricional das árvores (MILLER⁵²).

A folhagem é a fonte de nutrientes mais importante para o processo de ciclagem dentro da árvore, mas a proporção do requerimento necessário para que um nutriente possa ser redistribuído desde a folhagem seca para a verde pode variar com a idade (SWITZER & NELSON⁶²).

Muitos autores têm encontrado uma forte relação entre os níveis dos nutrientes totais em acículas de pinus e alguns parâmetros de crescimento. Este aspecto, unido ao fato de serem essas as partes mais ativas das árvores no metabolismo de nutrientes, faz com que a concentração foliar de nutrientes seja tomada com muita frequência como parâmetro para o diagnóstico do estado nutricional das árvores (ARMSON¹).

Os fatores de variação da concentração que tem maior efeito na determinação da época e localização das amostragens foliares são a posição na copa, a idade das árvores e a época do ano.

Muitos autores têm estudado e discutido a variação das

concentrações foliares dos nutrientes nas diferentes partes da copa. Os resultados indicam que o conteúdo dos nutrientes mais móveis é normalmente um pouco maior no topo do que na parte média da copa, embora alguns autores não tenham achado variação alguma ao longo da copa de alguns nutrientes (HUMPREYS & KELLY³³).

A variação dos nutrientes menos móveis (como o Ca e o Mg) é muito menor ao longo da copa e não apresenta um padrão tão definido como os mais móveis (LEAF⁴³). WELLS & METZ, encontraram em povoamento de *P. taeda* de 5 anos sobre solos ex-agrícolas em Carolina do Sul (U.S.A.) que as concentrações de K e P decresciam desde o topo até a base da copa, enquanto as concentrações de N, Ca e Mg aumentavam desde o topo até a base.⁹⁴ SAYAGÜES LASO & TORRES, no Uruguai, encontraram em *P. elliotii* de 8 anos, que as concentrações de P e K decresceram do topo para a base da copa, enquanto as de N, Ca, Mg e Fe aumentaram do topo para a base.⁷¹

Os nutrientes mais móveis dentro das árvores (N, P e K) apresentam uma forte variação nas concentrações foliares entre as diferentes épocas do ano. Em termos gerais, o conteúdo dos nutrientes móveis nas acículas de pinus tem tendência a se incrementar durante a primeira metade da estação de crescimento e a decrescer durante a segunda. WHITE, observou uma variação evidente neste sentido em *P. resinosa*.⁹⁷ É normalmente aceito o fato de que a variação das concentrações foliares ao longo de um período curto (um mês ou uma semana) é maior no primeiro período de crescimento (na primavera) e é mínima na época do inverno onde não ocorre crescimento, o que faz com que a melhor época para fazer a amostragem das acículas seja no inverno (WELLS & METZ⁹⁴).

O conceito de concentração foliar crítica foi desenvolvido

originalmente para espécies agrícolas, sendo posteriormente adotado para as espécies florestais. A sua utilização tem algumas vantagens nos estudos nutricionais em florestas implantadas.

A concentração crítica de um dado nutriente em uma espécie tem sido definida de várias formas diferentes. Citaremos as duas definições conceitualmente mais diferentes. A primeira delas define a concentração crítica de um nutriente como a concentração foliar dele abaixo da qual é possível obter respostas significativas à adubação (PRITCHETT⁵⁴).

A outra definição estabelece que a concentração crítica de um dado nutriente é aquela concentração foliar abaixo da qual a taxa de crescimento, o rendimento ou a qualidade da madeira, diminuem significativamente (ULRICH & HILLS⁸⁴, MADER⁴⁸). As duas apresentam o mesmo problema de aplicação, já que necessitam que seja caracterizado o que é considerado "significativo", que varia segundo as características regionais e os critérios de avaliação. Para estabelecer as concentrações críticas tem sido analisadas originalmente as variações naturais de crescimento e das concentrações foliares em povoamentos naturais ou comerciais. A respeito, ULRICH & HILLS indicaram que é possível estabelecer o nível crítico na curva de crescimento, no centro de uma região de transição ou em um ponto no qual ocorre uma redução predeterminada no rendimento ou no crescimento da espécie considerada, e chamam de "concentração ótima" a concentração do nutriente na qual ocorre o máximo rendimento (ULRICH & HILLS⁸⁴, ULRICH⁸⁵). RICHARDS & BEVEGE, definiram o nível crítico como a concentração foliar associada a 90% do rendimento máximo, fixando assim um valor cuja aplicação pode ser questionável em muitos casos.^{56, 9}

A dificuldade prática de fazer este tipo de avaliação em povoamentos florestais, fez com que o método mais usado atualmente para estabelecer as concentrações críticas seja o uso de ensaios de adubação, nos quais é bem mais fácil controlar e avaliar o fornecimento de nutrientes e o crescimento (ARMSON¹, PRITCHETT⁵⁴).

A interpretação da análise foliar ao se fazer avaliações de concentrações ou faixas críticas baseia-se na premissa de que, a medida em que a concentração de um nutriente na folhagem diminui, desenvolve-se uma deficiência cada vez mais severa deste, com reduções no crescimento também crescentes. Acima dos níveis críticos, supõe-se que o fornecimento dos nutrientes é adequado para atingir o máximo crescimento possível e que não ocorrerão aumentos do crescimento mesmo que a concentração dos nutrientes no tecido aumente (MADER⁴⁸).

SWITZER *et alii*, estabeleceram como níveis foliares críticos para *P. taeda* os valores seguintes: N de 0,90% até 1,25%; P de 0,09% até 0,11%, K de 0,30% até 0,50%, Ca de 0,09% até 0,15%, Mg de 0,07% até 0,10%, Fe de 16 ppm até 40 ppm, Mn de 8 ppm até 12 ppm, Zn de 10 ppm até 20 ppm, B de 4 ppm até 6 ppm e Cu de 2 ppm até 3 ppm.⁶⁰ É conveniente deixar claro que o uso destes valores fora do contexto onde foram obtidos exige uma experimentação prévia para determinar se são ou não adequados.

A existência de problemas nutricionais em *P. taeda* na sua região de origem é evidenciada pelo fato de ter sido encontradas respostas em crescimento de povoamentos de várias idades à fertilização com N, P e K (PRITCHETT⁵⁴, FISHER & GARBETT²⁴, BALLARD³, BALLARD⁴, GREGORY *et alii*²⁹, Mac CARTHY & DAVEY⁴⁵).

No Paraná, REISSMANN encontrou problemas nutricionais em *P. taeda* de 8 anos na mesma região do presente estudo (Telêmaco Borba - PR) em relação a Zn, K, Ca e Mg (REISSMANN⁵⁷, REISSMANN et alii⁵⁹). Na mesma região, este autor observou os melhores crescimentos em solos sobre diabásio no local denominado Pinhal Bonito incluído neste estudo.⁵⁷

QUINTEROS, estudando *P. taeda* de 15 anos, também no segundo planalto na região de Ponta Grossa (PR), encontrou uma correlação de 0,815 entre a percentagem de Zn foliar e o crescimento em altura. Esta correlação foi a maior encontrada pelo autor, seguida em ordem decrescente pelas correlações entre a altura total e o conteúdo foliar de N, Mg, P e K.⁵⁵

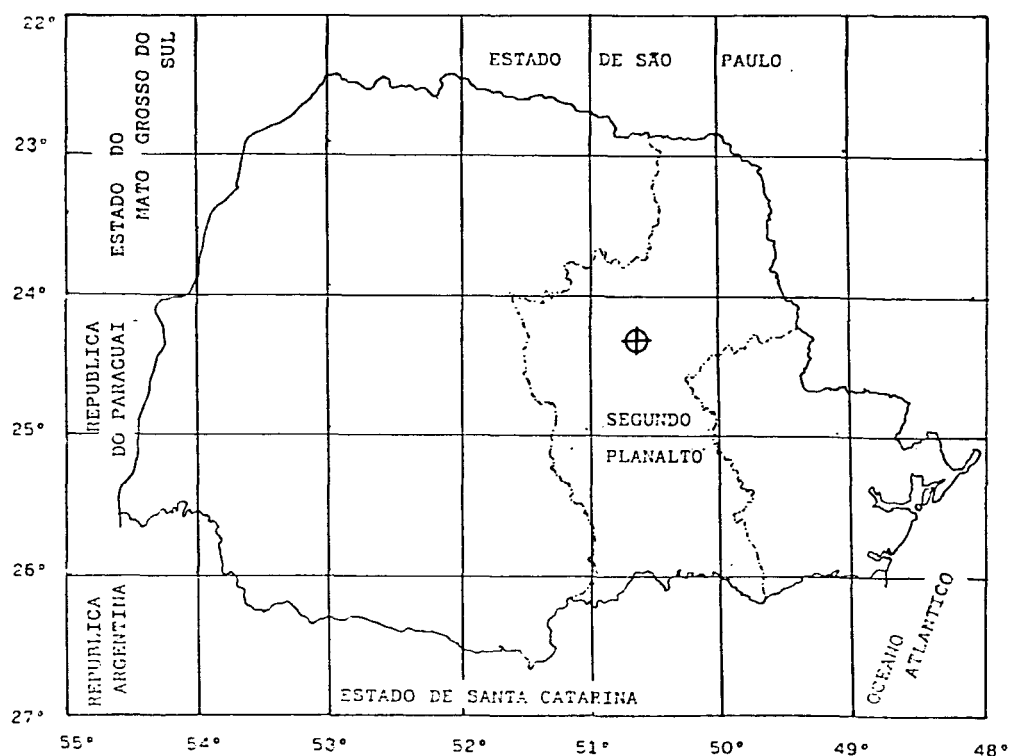
4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 SELEÇÃO E DESCRIÇÃO DOS POVOAMENTOS

4.1.1 Localização e características do meio físico

As áreas onde foi feito este estudo localizam-se no Município de Telêmaco Borba (PR) (FIGURA 2). Os povoamentos comerciais de onde foram tomados os dados são propriedade da KLABIN do Paraná Agro Florestal S.A.

FIGURA 2. LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO DE TELÊMACO BORBA (⊕), NO SEGUNDO PLANALTO DO ESTADO DO PARANÁ, ONDE FOI REALIZADO O PRESENTE TRABALHO.



Localização geográfica. As plantações estão situadas a 50°37'W de longitude e a 24°20'S de latitude aproximadamente, a uma

altitude entre 700 e 1000 m. s. n. m.

Topografia. A topografia do terreno é predominantemente ondulada suave e ondulada.

Clima. Segundo a Carta Climatográfica do Estado do Paraná (GODOY et alii.²⁸) o local do estudo está sob um clima Cfb da classificação de Köppen, que corresponde a um clima subtropical úmido mesotérmico com verões frescos, geadas severas muito frequentes, sem estação seca. O índice hídrico anual segundo THORNWAITE é de 20-60, que corresponde a semiúmido com uma pequena deficiência hídrica anual.⁶³ A temperatura média do mês mais quente (fevereiro) é de 21°C e a média do mês mais frio (julho) é de 14°C. A precipitação média anual é de 1309,5 mm.

4.1.2 Caracterização dos povoamentos

Foram estudados povoamentos comerciais de *P. taeda* com 16 anos de idade, procedentes de sementes não selecionadas. O espaçamento de plantio foi de 1,7m x 2,5m, o que deu uma densidade inicial de 2.350 árvores/ha. Foram feitos três desbastes em cada local aos 7, 10 e 14 anos de idade.

4.1.3 Estabelecimento das parcelas

Foram selecionados três locais para o estudo, entre o total dos povoamentos da empresa, procurando com que eles fossem representativos dos solos e crescimentos que acontecem sobre três materiais de origem: diabásio, arenito e ritmíticos. Em função destas características, foram escolhidos vários talhões nos locais denominados: 1. Pinhal Bonito (solos sobre diabásio); 2. Trinita-Laboratório (solos sobre arenito) e 3.

Mandapaia (solos sobre ritmitos).

Nesses locais foram estabelecidas 5 parcelas em Pinhal Bonito (talhões 101 e 102), 4 parcelas em Trinita (talhão 131) e 3 parcelas em Mandapaia (talhões 169 e 170), de 400 m² (20 m x 20 m) cada uma. A diferença entre a quantidade de parcelas estabelecidas em cada local foi devido às diferenças na variabilidade dos solos avaliadas previamente (SANTOS FILHO⁶⁹).

Em todas as parcelas foram tomadas e analisadas amostras de solo, amostras de acículas e foram feitas análises de tronco.

4.2 ANÁLISES DE SOLO

4.2.1 Amostragem

Em cada parcela foi aberta uma trincheira no meio da parcela, totalizando 12 perfís de solo amostrados.

4.2.2 Caracterização morfológica

Foram feitas as caracterizações morfológicas de todos os horizontes seguindo as recomendações da Sociedade Brasileira da Ciência do Solo (SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DO SOLO⁷⁷). Para a determinação da cor a úmido, usou-se a tabela de cores da MUNSELL COLOR COMPANY (MUNSELL COLOR COMPANY⁵³).

4.2.3 Análises físicas

As análises mecânicas foram feitas em amostras de cada horizonte, utilizando NaOH como dispersante, determinando as frações do solo (VETTORI e PIERANTONI⁹⁰), reunindo as partículas em classes de tamanho de acordo com o sistema americano do

U. S. D. A., sendo que para os fins deste estudo, considerou-se a areia total (2,0 - 0,5 mm de diâmetro). Foram calculadas as relações silte/argila (S/A).

4.2.4 Análises químicas

Elementos trocáveis, pH e CZ. Para estas análises foram utilizadas amostras de terra fina seca ao ar. Foram determinados o pH (KCl) e os teores de K, P, Ca+Mg, Al+H, Al trocáveis e o carbono (CZ) de acordo com as recomendações da EMBRAPA (EMBRAPA¹⁹). Também foram calculadas a capacidade de troca catiônica (CTC), a soma das bases extraíveis (S), a percentagem de saturação por bases ($V\% = (S/CTC) \cdot 100$), a percentagem de saturação do alumínio trocável ($m = (100 \times Al^{+++} / Al^{+++} + S)$).

Digestão total com HF-HClO₄. Foram feitas as digestões totais dos solos com HF-HClO₄ (JACKSON³⁵) e foram determinadas as concentrações de P, K, Ca, Mg, Fe, Al, Mn, Cu e Zn.

Extração com ácido cítrico. Foram feitas extrações com ácido cítrico a 1%, e determinadas as concentrações de K, Ca, Mg, Cu e Zn (KNICKMANN³⁸).

Na digestão total e na extração com ácido cítrico, a determinação dos elementos foi feita por espectrofotometria de absorção atômica ou por colorimetria.

Foram feitas combinações de algumas variáveis, e utilizados os valores médios do horizonte A, do horizonte B e do solum (soma dos horizontes A + B) para serem usadas nas análises estatísticas.

4.2.5 Classificação dos solos

A classificação dos solos foi baseada nos critérios do Serviço Nacional de Levantamento e Classificação de Solos (SNLCS) (EMBRAPA & IAPAR²¹, EMBRAPA²⁰), que serão descritos a seguir.

Td: designa argila de atividade baixa, CTC menor que 24 meq/100g de argila obtidos segundo a metodologia do SNLCS, calculado pela soma das bases extraíveis mais $H^+ + Al^{+++}$ extraíveis com $Ca(OAc)_2$ N PH 7.

Caracter distrófico, eutrófico e álico: refere-se à proporção (taxa percentual) de cátions básicos trocáveis em relação à capacidade de troca de cátions determinada a pH 7 (CTC calculada segundo metodologia do SNLCS). Distrófico, especifica solos com saturação inferior a 50% e eutrófico especifica solos com saturação igual ou superior a 50%. Epiutrófico indica que solos distróficos ou álicos são superficialmente eutróficos. Álico especifica distinção de relação alumínio bases $(100 Al^{+3}) / (Al^{+3} + S)$ igual ou superior a 50%. Para essa distinção é considerada a relação alumínio/ bases no horizonte B ou no C quando não existe B. Epiálico indica que solos distróficos ou eutróficos são superficialmente álicos.

Grupamentos de classes de textura:

Textura arenosa. Compreende as classes texturais areia e areia franca.

Textura média. Compreende composições granulométricas com menos de 35 % de argila e mais de 15% de areia, excluídas as

classes texturais areia e areia franca.

Textura argilosa. Compreende classes texturais ou parte delas tendo na composição granulométrica de 35 % a 60 % de argila.

Fases de relevo:

Plano. Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos, com declividades variáveis de 0 a 3 %.

Suave ondulado. Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas ou outeiros (elevações de altitudes relativas até 50 m e de 50 a 100 m) apresentando declives suaves, predominantemente variáveis de 3 a 8 %.

Ondulado. Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas ou outeiros, apresentando declives moderados, predominantemente variáveis de 8 a 20%.

Forte ondulado. Superfície de topografia movimentada, formada por outeiros ou morros (elevações de 50 a 100m e de 100 m a 200 m de altitudes relativas) e raramente colinas com declives fortes, predominantemente variáveis de 20 a 45%.

Classes de solo (EMBRAPA & IAPAR²¹):

Latossolo. Dentro desta classe estão compreendidos os solos não hidromórficos que apresentam B latossólico (BRASIL¹²) equivalente ao "oxic horizon" da classificação americana (SOIL SURVEY STAFF^{78, 79}).

Podzólico vermelho-amarelo. Compreende solos não hidromórficos com horizonte B textural (BRASIL¹²) equivalente ao "argillic horizon" (SOIL SURVEY STAFF^{78, 79}) de coloração viva.

Câmbico. Qualifica os solos intermediários para cambissolo.

4.3 ANÁLISES FOLIARES

4.3.1 Amostragem

Em agosto de 1986 foram coletadas as amostras de acículas das árvores dominantes e codominantes de cada parcela.

As acículas foram coletadas do primeiro e segundo lançamentos do segundo verticilo superior com exposição Norte (ZÖTTL *et alii*¹⁰⁰, REISSMANN⁵⁸) num total de cinco árvores por parcela, perfazendo duas amostras compostas para cada parcela, o que totalizou 24 amostras.

4.3.2 Análises químicas

Foram analisados os teores totais de N, P, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn e B de todas as amostras de acículas coletadas (HILDEBRAND *et alii*³¹).

O procedimento de análise foi o seguinte: as acículas foram transportadas refrigeradas desde o local de colheita até o laboratório (WALSH & BEATON⁹²). Ali, foram secas a estufa a 70°C até peso constante e trituradas a pó. Para a análise de todos os elementos exceto o B foi feita a digestão com HCl a 10% após incineração em mufla a 450 °C (FINK²³). Para a análise do B, as acículas foram digeridas com HCl 1N após incineração em mufla a 450 °C (FIALA²²).

Depois de feitas as digestões, os elementos foram determinados da forma seguinte:

Nitrogênio: pelo método de Kjeldahl e destilação em aparelho de Buchi.

Fósforo : pelo método colorimétrico, com vanadato molíbdato de

amonio (cor amarela) e leitura em espectrofotômetro UV/VIS - 554 P.E.

Potássio : através de emissão em chama com espectrofotômetro de absorção atômica -2360 P.E.

Calcio, Magnésio, Ferro, Manganês, Cobre, Zinco e Alumínio : por espectrofotometria de absorção atômica.

Boro : pelo método colorimétrico AZOMETHINE-H (BASSON *et alii*⁶)

4.4 ANÁLISE DO CRESCIMENTO

O crescimento nas diferentes parcelas foi analisado através da técnica de análise de tronco.

4.4.1 Amostragem

Foram selecionadas e abatidas duas árvores dominantes por parcela, totalizando 24 árvores amostradas.

4.4.2. Análise de tronco

Foram obtidos discos dos fustes às seguintes alturas desde o nível do solo: 0,0m; 0,3 m; 0,7 m; 1,3 m; e 2,0 m e desde esta altura em diante tomaram-se de 2,0 m em 2,0 m, sendo medido o comprimento da última seção do fuste para obter seu volume pela fórmula do cone.

Após a secagem dos discos, eles foram lixados e medidos imediatamente em quatro raios, seguindo a metodologia descrita por BARUSSO (BARUSSO⁶).

Foram calculados para todas as idades os valores do diâmetro a 1,30 m do nível do solo (DAP), altura total (HT), volume total (VOL) e fator de forma natural.

4.4.3 Curvas do incremento corrente anual (I.C.A.) e do incremento médio anual (I.M.A.)

A partir dos dados obtidos da análise de tronco, foram calculados os I.C.A. e I.M.A. para as variáveis DAP, altura total e volume total para todas as idades até os 16 anos de idade. Com esses dados foram construídas as curvas que relacionam os incrementos com as idades correspondentes.

4.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Na TABELA 1 são apresentadas todas as variáveis analisadas, tanto as obtidas diretamente pela via da análise, como as obtidas por transformação ou combinação delas.

4.5.1 Análises de variância

Foram feitas as análises de variância das variáveis de solo, das variáveis foliares e das variáveis de crescimento apresentadas na TABELA 1.

Foram utilizados dois tipos de análises de variância: um para as variáveis de solo e foliares, e o outro para as variáveis de crescimento. Os modelos e formas dos dois tipos de análise de variância são apresentados na TABELA 2.

A hipótese nula de que as médias dos locais para todas as variáveis são idênticas, foi testada usando o teste F em todas as análises de variância.

Junto às análises de variância são apresentados os níveis de significação estatística encontrados, simbolizados da seguinte forma:

TABELA 1. CÓDIGOS E DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS ANALISADAS NO PRESENTE TRABALHO

Tipo de variável	ToT.	Códigos	Descrição
I-a. De crescimento individuais	9	HT DAP VOL	Altura total por parcela aos 16 anos Diâmetro a 1.30 m por parcela aos 16 anos Volume total por parcela aos 16 anos
I-b. Médias (*)		HTm DAPm VOLm ICA-HT ICA-DAP ICA-VOL	Altura total média aos 16 anos DAP médio aos 16 anos Volume médio aos 16 anos ICA da HT média no ano 16 ICA do DAP médio no ano 16 ICA do VOL médio no ano 16
II. De solo químicas (**) (***)	33	K1A; K1B; K1AB P1A; P1B; P1AB Ca+Mg-A Ca+Mg-B Ca+Mg-AB Al1-A; Al1-B Al1-AB Al+H-A Al+H-B Al+H-AB pHA; pHB; pHAB CTC-A; CTC-B CTC-AB S-A; S-B; S-AB VZA; VZB; VZAB CZA; CZB; CZAB m-A; m-B; m-AB	Potássio solúvel nos hor.: A; B e A+B Fósforo assimilável nos hor.: A; B e A+B Soma de bases trocáveis do horizonte A Soma de bases trocáveis do horizonte B Soma de bases trocáveis dos horizontes A+B Alumínio trocável nos horizontes A e B Alumínio trocável nos horizontes A+B Acidez trocável no horizonte A Acidez trocável no horizonte B Acidez trocável nos horizontes A+B pH (KCl) nos horizontes A; B e A+B Cap. de troca cationica dos hor. A e B Cap. de troca cationica dos horizontes A+B Soma das bases extr. nos hor. A; B e A+B % de saturação por bases nos hor. A; B; A+B Carbono orgânico nos horizontes A; B e A+B Percentagem de saturação por alumínio nos horizontes A; B e A+B
	27	P2A; P2B; P2AB K2A; K2B; K2AB Ca2A; Ca2B; Ca2AB Mg2A; Mg2B; Mg2AB Fe2A; Fe2B; Fe2AB Al2A; Al2B; Al2AB Mn2A; Mn2B; Mn2AB Cu2A; Cu2B; Cu2AB Zn2A; Zn2B; Zn2AB	Fósforo total nos horizontes A; B; e A+B Potássio total nos horizontes A; B; e A+B Cálcio total nos horizontes A; B e A+B Magnésio total nos horizontes A; B e A+B Ferro total nos horizontes A; B; e A+B Alumínio total nos horizontes A; B; e A+B Manganês total nos horizontes A; B; e A+B Cobre total nos horizontes A; B; e A+B Zinco total nos horizontes A; B; e A+B
	15	Ca3A; Ca3B; Ca3AB Mg3A; Mg3B; Mg3AB K3A; K3B; K3AB Zn3A; Zn3B; Zn3AB Cu3A; Cu3B; Cu3AB	Cálcio extraível nos horizontes A; B; A+B Magnésio extraível nos horizontes A; B; A+B Potássio extraível nos horizontes A; B; A+B Zinco extraível nos horizontes A; B; A+B Cobre extraível nos horizontes A; B; A+B

TABELA 1. (Continuação).

III. De solo físicas (**)	13	Arg-A; Arg-B; Arg-AB	% de argila nos horizontes A; B; e A+B
		S11-A; S11-B; S11-AB	% de silte nos horizontes A; B; e A+B
		Are-A; Are-B; Are-AB	% de areia nos horizontes A; B; e A+B
		S/A-A; S/A-B; S/A-AB	Relação silte-argila nos hor. A; B; A+B
		Arg-B/A	Media da argila no B; media da arg. em A
IV. Foliares	20	N1F; N2F	Concentração de nitrogênio no 1º e 2º lançam
		K1F; K2F	Concentração de potássio no 1º e 2º lançam
		P1F; P2F	Concentração de fósforo no 1º e 2º lançam
		Ca1F; Ca2F	Concentração do cálcio no 1º e 2º lançam
		Mg1F; Mg2F	Concentração do magnésio no 1º e 2º lançam
		Fe1F; Fe2F	Concentração do ferro no 1º e 2º lançam
		Mn1F; Mn2F	Concentração do manganês no 1º e 2º lançam
		Cu1F; Cu2F	Concentração do cobre no 1º e 2º lançam
		Zn1F; Zn2F	Concentração do zinco no 1º e 2º lançam
		B1F; B2F	Concentração do boro no 1º e 2º lançam

(*) NOTA: Os parâmetros de crescimento médios correspondem aos valores médios das duas árvores amostradas por parcela.

(**) NOTA: Nas variáveis de solo, foram determinados os valores médios do horizonte A; do horizonte B e do total do solum (A+B). Estes valores são identificados na TABELA com os sufixos A, B e AB no código das variáveis.

(***) NOTA: As variáveis de solo com sufixo 1 correspondem às extrações feitas com HCl 0,1N; o sufixo 2 indica as obtidas por digestão total com HF-FCIO₄ e o sufixo 3 indica as obtidas por extração com ácido cítrico a 1%.

TABELA 2. MODELOS MATEMÁTICOS MISTOS E FORMAS DAS ANAVA UTILIZADOS NO PRESENTE TRABALHO.

a) Análise de variância do TIPO I. Modelo e forma usados para avaliar as variáveis de solo e foliares

Modelo: $Y = \mu + L_i + e_i$

onde : μ = média da população
 L_i = efeito do i-ésimo local
 e_i = residuo

$i = 1, \dots, l$ = número de locais (3)

Forma

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	
LOCAIS	(l-1)	(2)
RESIDUO	n-(l-1)	(9)
TOTAL	n-1	(11)

b) Análise de variância do TIPO II. Modelo e forma do ANAVA desbalanceado usado para avaliar as variáveis de crescimento do Tipo I-a (TABELA 1).

Modelo : $Y = \mu + L_i + P_j + A_k + e_{ijk}$

onde : μ = média da população
 L_i = efeito do i-ésimo local
 P_j = efeito da j-ésima parcela
 A_k = efeito da k-ésima árvore
 e_{ijk} = residuo

$i = 1, \dots, l$ = número de locais (3)

$j = 1, \dots, p$ = número de parcelas nos locais (3-5)

$k = 1, \dots, a$ = número de árvores por parcela (2)

Forma

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	
LOCAIS	(l-1)	(2)
PARCELAS	l(p-1)	(9)
ARVORES	(a-1)	(1)
RESIDUO	(lp-1)(a-1)	(11)
TOTAL	lpa - 1	(23)

(**) indica significação estatística ao nível de probabilidade de 1% ;

(*) indica significação estatística ao nível de probabilidade de 5% .

O primeiro caso será referido no texto como "altamente significativo" e o segundo como "significativo".

Foi usado o teste de Duncan para determinar diferenças significativas entre as médias dos locais a um nível de significação de 5%.

Não foram achados motivos que fizessem duvidar de que os valores usados nas análises de variância cumprem os seguintes supostos:

- 1) Assume-se que os valores analisados das variáveis de crescimento apresentam uma distribuição normal;
- 2) Os tratamentos individuais apresentam uma variância comum;
- 3) Assume-se que os valores individuais do modelo são aditivos;
- 4) Assume-se que os erros experimentais são independentes das outras fontes de variação.

Foi testada a normalidade da distribuição dos valores analisados das variáveis de solo e foliares de acordo com BONILLA¹¹ e nos casos de não normalidade as variáveis foram transformadas segundo sugerido por DITLEVSEN¹⁷ antes de fazer as análises de variância.

No caso da variável fósforo assimilável do horizonte B não foi feita análise de variância, devido a que ela apresentou valores iguais em todas as parcelas.

4.5.2 Análises de correlação simples

Foram feitas as correlações simples de todas variá-

veis de solo e foliares com respeito às variáveis de crescimento e também entre si (SNEDECOR⁷⁶).

4.5.3 Análises de componentes principais

Foi realizada a análise de componentes principais incluindo diversas variáveis de solo, de crescimento e foliares (ISEBRANDS & CROW³⁴) com os objetivos de estabelecer tendências de agrupamento das variáveis e de determinar as variáveis de maior incidência na variação total.

Os autovalores e autovetores foram calculados apartir da matriz de correlações das variáveis selecionadas na análise de variância seguindo o critério de conservar aquelas cuja tendência fosse similar à das variáveis de crescimento.

4.5.4 Análises de regressão múltipla

Devido ao fato de serem analisadas somente 12 parcelas, o número de variáveis independentes a serem testadas nas seguintes análises ficou restrito a no máximo 11, para evitar a aparição do efeito de multicolinearidade. Por esta razão, foram selecionadas as variáveis que apresentaram os melhores resultados nas análises de variância e no método da análise de componentes principais, bem como as que apresentaram os menores coeficientes de determinação entre si.

Foram feitas as seguintes análises de regressão múltipla usando o método STEPWISE (DRAPPER & SMITH¹⁸):

a) stepwise incluindo como variáveis dependentes as variáveis de crescimento altura total média aos 16 anos (HTM), DAP médio aos 16 anos (DAPm), volume total médio aos 16 anos (VOLm) e como

variáveis independentes as variáveis de solo selecionadas;

b) stepwise incluindo como variáveis dependentes as variáveis de crescimento mencionadas no item anterior e como variáveis independentes todas as variáveis de solo e foliares selecionadas.

Em todos os casos, o ajuste dos modelos obtidos foi testado e comparado usando os coeficientes de determinação múltipla (R^2), os valores de F da regressão múltipla, o desvio padrão (S_{xy}) e o desvio padrão em percentagem ($S_{xy\%}$) (FREESE²⁶).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 LOCALIZAÇÃO DOS POVOAMENTOS

A localização dos povoamentos da área de estudo em relação à distribuição natural do *P. taeda* na América do Norte está um pouco fora da faixa de distribuição que só chega até os 28° N. aproximadamente, na Florida. A altitude também está no limite do que acontece naturalmente. Estes fatos fazem com que a utilização de sementes não selecionadas leve ao risco de aparecerem variações muito grandes na produtividade, o que de fato acontece na região do estudo. As demais características dos locais (precipitação, características dos solos e topografia) não fogem muito das que são encontradas em algumas regiões da distribuição natural da espécie.

5.2 ANÁLISES DE SOLO

5.2.1 Descrição dos perfís

No APÊNDICE I são apresentadas as descrições dos 12 perfís analisados.

5.2.2 Morfologia

Os perfís analisados são todos eles, pela sua profundidade, solos profundos (100 cm - 200 cm) ou muito profundos (> 200 cm). Nos locais 1 (Pinhal Bonito) e 3 (Mandaçaia), foi observada a presença de horizonte B

latossólico em todos os perfis (exceto os PT-25 e PT-32). No APÊNDICE I pode-se observar uma diferença evidente nas colorações dos solos nos três locais. Os solos do local 2 (Trinita) apresentam uma coloração mais vermelho-amarelada (que indica a presença de goethita) do que nos outros 2 locais onde as cores são mais avermelhadas (indicando a presença de hematita).

No APÊNDICE I também pode-se observar uma diferença na consistência a molhado entre os solos dos três locais. Os solos dos locais 1 e 3 apresentam uma consistência mais plástica e pegajosa, em geral, do que os solos do local 2, devido à maior quantidade de argila.

5.2.3 Propriedades químicas

No APÊNDICE II são apresentados os resultados das análises químicas e físicas realizadas nos 12 perfis de solo estudados. Na TABELA 3 são apresentados os valores médios de nutrientes trocáveis de solo dos horizontes A, B e A+B.

Todos os perfis analisados ficam incluídos dentro das categorias de fortemente ácidos (pH entre 4,3 e 5,3) e extremamente ácidos (pH inferior a 4,3) segundo os critérios adotados pelo SNLCS (EMBRAPA²⁰). A tendência geral dos valores do pH é a de aumentar com a profundidade. Os conteúdos de Al trocável foram em quase todos os casos baixos (inferiores a 1,5 m.eq./100g). A saturação em alumínio (m) no horizonte B nem sempre resultou inferior a 50%, caracterizando a condição de "alto conteúdo de Al extraível" (álico), nos perfis das parcelas PT-23, PT-25 e PT-26 de

TABELA 3. VALORES MÉDIOS DE ÍONS TROCÁVEIS, pH, CTC, S, VZ E m, DOS HORIZONTES A, B E A+B, DOS PERFIS DE SOLO ANALISADOS EM PINHAL BONITO (P.B.), TRINITA (TRIN.) E MANDAÇAIA (MAND.)

PERFIL	LOCAL	HORIZ	P	K	Al	Ca+Mg	H+Al	pH	CZ	CTC	S	VZ	m
			ppm	ppm	m.e. %	m.e. %	m.e. %						
PT-22	P.B.	A	1,0 46	0,0	7,0	1,88	5,1	1,7	8,88	7,0	78,8	0,0	
		B	1,0 30	0,1	2,1	2,07	4,4	0,3	4,17	2,1	49,8	0,0	
		A+B	1,0 34	0,1	3,3	2,02	4,6	0,7	5,35	3,3	57,1	0,0	
PT-23		A	1,0 25	0,0	6,2	2,28	4,7	1,5	8,48	6,2	73,1	0,0	
		B	1,0 7	0,2	1,9	1,93	4,6	0,6	3,80	1,9	49,5	7,8	
		A+B	1,0 9	0,2	2,5	1,98	4,6	0,8	4,47	2,5	52,9	6,7	
PT-24		A	1,3 59	0,3	5,8	2,29	4,9	1,7	8,09	5,8	68,4	8,6	
		B	1,0 59	0,5	1,5	2,28	4,3	0,4	3,78	1,5	32,4	19,4	
		A+B	1,1 59	0,4	3,1	2,28	4,5	0,9	5,4	3,1	45,9	15,3	
PT-25		A	2,3 18	3,0	1,2	6,93	3,8	1,9	8,09	1,2	15,1	71,8	
		B	1,0 14	1,6	1,1	2,54	4,1	0,3	3,67	1,1	30,9	55,2	
		A+B	1,4 15	2,0	1,1	3,86	4,0	0,8	4,99	1,1	26,1	60,2	
PT-26		A	3,0 22	2,2	1,5	6,01	3,8	1,5	7,53	1,5	19,5	60,6	
		B	1,0 11	1,5	1,3	3,01	4,0	0,4	4,32	1,3	30,6	53,4	
		A+B	1,5 14	1,7	1,4	3,76	4,0	0,7	5,12	1,4	27,8	55,2	
PT-27	TRIN.	A	2,0 5	0,9	1,2	2,23	3,8	0,4	3,43	1,2	35,6	42,4	
		B	1,0 2	0,5	1,0	1,49	4,2	0,1	2,45	1,0	36,2	39,3	
		A+B	1,0 3	0,6	1,0	1,70	4,1	0,2	2,73	1,0	36,1	40,7	
PT-28		A	1,0 4	0,8	1,0	2,08	4,0	0,5	3,11	1,0	32,8	45,1	
		B	1,0 2	0,4	0,8	1,50	4,2	0,3	2,27	0,8	32,9	35,3	
		A+B	1,0 3	0,5	0,9	1,69	4,1	0,3	2,55	0,9	32,9	38,6	
PT-29		A	1,0 5	1,1	1,0	2,75	3,9	0,4	3,68	1,0	26,0	52,7	
		B	1,0 2	0,6	0,5	1,72	4,2	0,3	2,17	0,5	19,3	60,8	
		A+B	1,0 3	0,8	0,6	2,16	4,1	0,3	2,81	0,6	22,2	57,3	
PT-30		A	3,0 6	1,2	1,1	2,67	3,8	0,5	3,77	1,1	29,6	51,5	
		B	1,0 3	0,9	0,8	1,98	4,1	0,3	2,73	0,8	27,0	54,9	
		A+B	1,0 4	1,0	0,9	2,28	4,0	0,4	3,18	0,9	28,1	53,4	
PT-31	MAND.	A	2,0 15	1,9	0,8	5,27	3,9	1,6	6,02	0,8	12,9	70,5	
		B	1,0 5	0,7	0,7	2,73	4,2	0,7	3,43	0,7	21,2	42,3	
		A+B	1,0 9	1,1	0,7	3,57	4,1	1,0	4,29	0,7	18,4	51,7	
PT-32		A	1,0 12	2,0	0,9	4,55	3,9	1,0	5,41	0,9	16,5	69,6	
		B	1,0 4	0,8	0,7	2,30	4,1	0,4	3,03	0,7	24,8	49,0	
		A+B	1,0 7	1,2	0,8	3,05	4,0	0,6	3,83	0,8	22,0	55,9	
PT-33		A	2,0 12	2,1	0,8	6,59	3,7	1,8	7,39	0,8	11,2	72,4	
		B	1,0 4	0,6	0,7	2,38	4,2	0,5	3,11	0,7	25,8	40,2	
		A+B	1,0 7	1,2	0,8	4,06	4,0	1,0	4,82	0,8	19,9	53,0	

Pinhal Bonito, e todos os horizontes A de Mandapaia. Nos solos de Trinita o conteúdo de Al extraível sempre foi diferente no horizonte A e no B, o que motivou a classificação álico/distrófico de todos eles. A saturação em bases (V%) nos solos sobre arenito (PT-27 a PT-30) foi baixa (<35%) porém maior do que no caso dos solos sobre ritmitos (PT-31 a PT-33) com um V% muito baixo (<30%). Nos solos sobre diabásio (PT-22 a PT-26) a variação do V% foi grande, havendo solos com alta saturação (V%>65%) e solos com baixa saturação (V% < 30%).

A CTC foi baixa em todos os perfis (entre 2,17 e 8,88 m.eq./100g de solo), com os menores valores nos solos arenosos (local 2) e os maiores nos solos argilosos (local 1), coincidindo com o observado por SANTOS FILHO e SANTOS FILHO & ROCHA.^{67,69} A CTC foi sempre maior nos horizontes superficiais, possivelmente devido à contribuição da matéria orgânica à CTC total.

Na TABELA 4 são apresentados os valores médios dos horizontes A, B e do solum dos teores de nutrientes obtidos por digestão total. Os níveis de Zn total nos solos sobre os três materiais de origem coincidem com os observados por SANTOS FILHO.⁶⁴ Os níveis de Cu total coincidem no geral com os observados por SANTOS FILHO & ROCHA e por REISSMANN, embora os valores encontrados nos perfis PT-22 e PT-23 sejam bastante maiores aos máximos encontrados por estes autores.^{57,68} Os níveis de Cu nos solos sobre arenito foram menores do que nos solos sobre diabásio e ritmitos, coincidindo também com o descrito por SANTOS FILHO & ROCHA.⁶⁸

TABELA 4. VALORES MÉDIOS (ppm) DE NUTRIENTES TOTAIS DOS HORIZONTES A, B E A+B, DOS PERFIS DE SOLO ANALISADOS EM PINHAL BONITO (P.B.), TRINITA (TRIN.) E MANDAÇAIA (MAND.)

PERFIL LOCAL	HORIZ.	P	K	Ca	Mg	Fe	Al	Mn	Cu	Zn	
PT-22	P. B.	A	650	1600	1410	1400	122500	84600	2420	290	120, 0
		B	615	814	310	1000	93200	93700	722	290	93, 5
		A+B	621	945	490	1900	98100	92180	1005	290	97, 9
PT-23		A	620	1700	860	1300	119500	98700	1540	310	140, 0
		B	660	300	240	1100	123400	99850	1043	270	141, 7
		A+B	654	500	330	1100	122900	99690	1114	280	141, 4
PT-24		A	347	2080	1370	1600	38500	79230	234	110	59, 4
		B	317	756	210	1300	44500	87600	123	30	81, 6
		A+B	328	1253	640	1400	42200	84400	165	60	73, 3
PT-25		A	350	2667	390	1600	26500	66000	157	90	60, 0
		B	243	2343	230	1900	31400	70240	120	40	48, 6
		A+B	275	2390	280	1800	30000	68970	131	60	52, 0
PT-26		A	289	1446	320	1300	25700	35750	175	120	54, 8
		B	147	480	290	1300	31700	48930	122	80	31, 4
		A+B	183	721	300	1300	30200	45640	135	90	37, 2
PT-27	TRIN.	A	214	1146	220	1200	14000	22550	105	90	19, 9
		B	75	416	210	1400	15600	31380	59	30	29, 7
		A+B	115	625	220	1300	15200	28860	72	40	26, 9
PT-28		A	199	1226	230	1100	14400	25870	120	80	10, 0
		B	80	324	190	900	20500	35030	20	40	14, 9
		A+B	131	110	210	1000	17900	31100	63	60	12, 8
PT-29		A	213	1165	320	1200	14800	21930	126	70	16, 6
		B	121	322	260	900	14000	35630	51	30	14, 9
		A+B	160	683	280	1200	14300	29760	83	50	15, 6
PT-30		A	229	1295	400	1100	8300	19200	139	90	20, 0
		B	78	525	190	2000	12300	32400	20	20	15, 0
		A+B	142	855	280	1600	10600	26740	71	50	17, 1
PT-31	MAND.	A	337	1385	320	1500	28600	74600	285	150	49, 4
		B	275	374	240	1700	71800	87400	180	100	47, 4
		A+B	295	711	260	1600	57400	83130	215	130	48, 1
PT-32		A	318	1921	290	1600	37800	63770	209	100	39, 1
		B	172	783	270	2500	43800	74730	80	40	43, 3
		A+B	220	1163	270	2200	41800	71080	123	60	42, 1
PT-33		A	285	1148	340	1300	29700	63950	70	120	25, 0
		B	155	595	260	1800	50400	80670	119	50	46, 3
		A+B	207	816	290	1600	42100	73980	100	80	37, 8

À respeito das quantidades de nutrientes extraídos com ácido cítrico a 1% (TABELA 5), achamos interessante o fato de REISSMANN ter colocado como níveis críticos no solo, para o crescimento do *P. taeda* no segundo planalto, os valores de K < 10 ppm; Ca < 30 ppm e Mg < 10 ppm no horizonte A, analisando solos da mesma região que o presente estudo.⁵⁷ Segundo esse critério, os solos sobre arenito e algumas parcelas sobre ritmitos do presente trabalho, apresentariam teores abaixo do nível crítico de K.

Com o Ca acontece uma situação particular. Embora os níveis obtidos nas parcelas sobre arenito e ritmitos estejam muito perto do valor crítico sugerido por REISSMANN, o que também indica uma possível deficiência deste elemento nesses locais, observa-se na TABELA 5 que os níveis médios do Ca nos horizontes superficiais de muitas parcelas são superiores aos dos horizontes subsuperficiais, contrariamente ao encontrado por REISSMANN no mesmo local.⁵⁷ Este fenômeno pode ser devido ao enriquecimento com Ca dos horizontes superficiais pela queda das acículas que se depositam na superfície. Muitos autores tem provado que um pouco antes da queda das acículas, ocorre uma grande redistribuição de nutrientes (principalmente dos mais móveis) desde as acículas mais velhas até as mais novas (MILLER⁵², WELLS & METZ⁹⁴). Sendo o Ca um elemento estrutural, ele praticamente não sofre esta redistribuição e fica acumulado nas acículas que chegam ao chão. A decomposição destas, libera o Ca que é incorporado à matéria orgânica do solo. Desde as observações de REISSMANN passaram nove anos, tempo suficiente para que este processo de acumulação superfi-

TABELA 5. TEORES MÉDIOS (ppm) DOS NUTRIENTES EXTRAÍDOS COM ÁCIDO CÍTRICO A 1% NOS HORIZONTES A, B E A+B, DOS PERFIS DE SOLO ANALISADOS EM PINHAL BONITO, TRINITA E MANDAÇAIA.

PERFIL	LOCAL	HORIZONTE	K	Ca	Mg	Zn	Cu
PT-22	PINHAL BONITO	A	46	1033	200	22,0	8,0
		B	48	162	92	0,6	8,8
		A+B	48	308	110	4,2	8,7
PT-23		A	30	514	88	0,8	7,0
		B	11	86	43	0,4	10,5
		A+B	13	147	50	0,5	10,0
PT-24		A	67	1150	126	1,1	0,4
		B	65	100	44	0,5	0,6
		A+B	66	494	75	0,7	0,5
PT-25		A	28	56	37	0,4	0,6
		B	38	87	39	0,4	0,5
		A+B	34	76	38	0,4	0,6
PT-26		A	37	104	31	0,7	1,3
		B	20	45	21	0,4	0,9
		A+B	25	60	24	0,6	1,0
PT-27	TRINITA	A	9	33	20	0,4	0,5
		B	6	37	15	0,4	0,5
		A+B	7	36	17	0,4	0,5
PT-28		A	11	29	19	0,4	0,5
		B	10	41	29	0,5	0,7
		A+B	11	36	24	0,4	0,6
PT-29		A	12	39	15	0,5	0,6
		B	9	32	17	0,4	0,5
		A+B	10	35	16	0,4	0,5
PT-30		A	20	38	15	0,5	0,2
		B	9	29	16	0,4	0,3
		A+B	13	33	16	0,5	0,3
PT-31	MANDAÇAIA	A	25	29	14	0,7	1,2
		B	10	28	21	0,4	1,3
		A+B	15	33	19	0,5	1,3
PT-32		A	26	30	18	0,4	0,5
		B	16	25	13	0,5	0,6
		A+B	19	27	15	0,4	0,5
PT-33		A	18	32	22	0,7	0,7
		B	10	37	24	0,4	0,6
		A+B	13	35	23	0,5	0,7

cial do Ca se tornasse evidente nas análises químicas.⁵⁷

As tendências gerais dos nutrientes analisados foram as seguintes : a) K total, K ac. cítrico , K KCl, Mn total, Ca total e Cu total diminuíram em profundidade desde o horizonte A ao B e o C, possivelmente acompanhando a variação da matéria orgânica; b) o Al total e o Fe total aumentaram em profundidade acompanhando a variação da argila; c) os demais elementos (Zn total, Zn ac. cítrico, P ac. cítrico, Mg total, Mg ac. cítrico, Cu ac. cítrico, Ca ac. cítrico e Al KCl) não possuíram uma variação regular com a profundidade ou apresentaram tendências diferentes em cada perfil. O P total, o Mg total e o Zn total apresentaram na maioria das parcelas, maiores concentrações nos horizontes superficiais do que nos subsuperficiais, coincidindo com a distribuição da matéria orgânica no perfil. O Zn total porém, apresentou uma tendência contrária em dois perfis do local 2 (PT-27 e PT-28) o qual pode ser devido à textura arenosa destes solos, nos quais o Zn pode ter sido lixiviado pela excessiva drenagem, sendo que o mesmo acontece com o Mg total nos perfis PT-27 e PT-30 do mesmo local.

Pode-se observar que as características químicas dos materiais de origem tiveram influência nas propriedades químicas e físicas dos solos (TABELAS 3, 4, 5 e 6). Os solos sobre diabásio apresentaram as maiores concentrações de P; K; Fe; Al; Mn; Cu e Zn totais e K e Mg extraíveis com ácido cítrico a 1%. Os solos sobre ritmitos tiveram quantidades de P; K; Al; Cu e Zn totais e K trocável intermediárias, e os solos sobre arenito as menores.

TABELA 6. VALORES MÉDIOS DAS VARIÁVEIS FÍSICAS DOS HORIZONTES A, B E A+B, DOS PERFIS DE SOLO ANALISADOS EM PINHAL BONITO (P.B.), TRINITA (TRIN.) E MANDAÇAIA (MAND.)

PERFIL	LOCAL	HORIZ	% AREIA	% SILTE	% ARGILA	SILTE:ARG.	PROF.	TEXTURA
PT-22	P.B.	A	14,4	31,6	54,0	0,59	18	ARGILOSA
		B	31,0	29,0	40,0	0,73	143	ARGILOSA
		A+B	28,2	29,4	42,4	0,69	161	
PT-23		A	32,0	22,0	46,0	0,48	11	ARGILOSA
		B	26,8	18,2	55,0	0,34	169	ARGILOSA
		A+B	27,5	18,7	53,8	0,36	180	
PT-24		A	32,5	28,1	39,4	0,74	57	ARGILOSA
		B	28,6	24,6	46,8	0,53	203	ARGILOSA
		A+B	30,1	25,9	44,0	0,61	260	
PT-25		A	30,3	39,7	30,0	1,19	34	MEDIA
		B	26,9	38,2	34,2	1,12	185	MEDIA
		A+B	27,9	38,6	33,5	1,15	219	
PT-26		A	64,4	12,6	23,0	0,56	17	MEDIA
		B	58,9	13,7	27,4	0,51	189	MEDIA
		A+B	60,3	13,4	26,3	0,52	206	
PT-27	TRIN.	A	85,2	4,3	12,0	0,36	21	ARENOSA
		B	77,7	5,5	16,8	0,33	154	MEDIA
		A+B	79,8	4,8	15,4	0,31	175	
PT-28		A	82,0	5,3	12,7	0,42	43	ARENOSA
		B	74,6	7,7	17,7	0,44	202	MEDIA
		A+B	77,0	7,0	16,0	0,44	245	
PT-29		A	82,4	3,6	14,0	0,26	34	ARENOSA
		B	76,0	7,0	17,0	0,41	121	MEDIA
		A+B	78,7	5,6	15,7	0,36	155	
PT-30		A	84,5	3,5	12,0	0,29	24	ARENOSA
		B	76,5	8,5	15,0	0,57	75	MEDIA
		A+B	79,9	6,4	13,7	0,47	99	
PT-31	MAND.	A	47,8	8,2	44,0	0,19	39	ARGILOSA
		B	43,6	8,0	48,5	0,16	137	ARGILOSA
		A+B	45,0	8,0	47,0	0,17	176	
PT-32		A	54,1	13,3	32,7	0,14	52	ARGILOSA
		B	44,9	17,1	38,0	0,44	138	ARGILOSA
		A+B	48,0	15,7	36,2	0,43	190	
PT-33		A	54,8	11,2	34,0	0,33	60	ARGILOSA
		B	49,4	9,9	40,7	0,24	125	ARGILOSA
		A+B	51,6	10,4	38,0	0,28	185	

5.2.4 Propriedades físicas

A textura dos solos sobre arenito é arenosa, e nos solos sobre diábasio e sobre ritmitos é média ou argilosa (TABELA 6). Em nenhum caso aconteceu uma mudança textural abrupta.

5.2.5 Classificação dos solos

Em função das descrições e dos dados analíticos dos perfis, foi feita a classificação correspondente que é apresentada no APÊNDICE I. Na TABELA 7 são apresentados os tipos de solo de cada parcela.

TABELA 7. MATERIAL DE ORIGEM, TIPOS DE SOLO E PROFUNDIDADE TOTAL DO SOLO NAS PARCELAS ANALISADAS EM PINHAL BONITO (P. B.), TRINITA (TRIN.) E MANDAÇAIA (MAND.)

PERFIL Nº.	LOCAL DE ORIGEM	TIPO DE SOLO	PROFUNDIDADE TOTAL (m)	
PT-22	P. B.	DIABASIO	LATOSSOLO VERMELHO ESCURO	2, 70+
PT-23			LATOSSOLO VERMELHO ESCURO	1, 60+
PT-24			LATOSSOLO VERMELHO ESCURO	2, 60+
PT-25			PODZOLICO VERMELHO AMARELO CAMBICO	2, 55+
PT-26			LATOSSOLO VERMELHO ESCURO	2, 34+
PT-27	TRIN.	ARENITO	PODZOLICO VERMELHO AMARELO	2, 35+
PT-28			PODZOLICO VERMELHO AMARELO	2, 45+
PT-29			PODZOLICO VERMELHO AMARELO	2, 30+
PT-30			PODZOLICO VERMELHO AMARELO	1, 35+
PT-31	MAND.	RITMITO	LATOSSOLO VERMELHO ESCURO	2, 26+
PT-32			PODZOLICO VERMELHO AMARELO CAMBICO	1, 90+
PT-33			LATOSSOLO VERMELHO ESCURO	1, 85+

Do ponto de vista da classificação dos solos ficou evidente a influência do material de origem em formar solos de diferentes classes. Os solos sobre arenito resultaram todos Podzólicos vermelho amarelos (PVA), coincidindo com o observado no mesmo local por REISSMANN.⁵⁷ Os solos sobre diabásio e ritmitos são principalmente Latossolos vermelho escuros, com fertilidade bem maior e capazes de produzir crescimentos bem melhores do que os PVA. No entanto, conforme observado por alguns autores, solos derivados de sedimentos arenosos e com baixa fertilidade natural podem dar crescimentos bem maiores em função de uma disponibilidade de água permanente (CHANDLER *et alii*¹⁵, SANTOS FILHO & ROCHA⁶⁹, SANTOS FILHO *et alii*⁷⁷).

5.2.6 Análises de variância das variáveis de solo

Na TABELA 8 são apresentados os resultados das análises de variância do Tipo I realizadas com os valores dos elementos trocáveis do solo, o pH, V%, m, S e CX. Os testes das médias das variáveis que apresentaram diferenças significativas entre locais são apresentados na TABELA 9.

Na TABELA 10 são apresentados os resultados das análises de variância do Tipo I dos teores de nutrientes do solo determinados por digestão total e por extração com ácido cítrico a 1%. Os testes das médias das variáveis que apresentaram diferenças significativas entre os locais são apresentados na TABELA 11.

Estes resultados indicam que o local 2 (Trinita) possui níveis de K1A; H+Al-AB; H+Al-AB; CX-A; CX-B; CX-AB; CTC-a; CTC-B; CTC-AB ; K3A; K3B; K3AB e Mg3AB no solo significativa-

TABELA 6. RESULTADO DAS ANÁLISES DE VARIÂNCIA DOS VALORES MÉDIOS DOS HORIZONTES A, B E A+B, DOS IONS TROCAVEIS, CX, VZ, CTC, S, PH E m DOS SOLOS ANALISADOS NOS LOCAIS DE ESTUDO

Fonte de Graus de		Ca+Mg-A		Ca+Mg-B		Ca+Mg-AB		C%-A		C%-B					
variação liberdade		Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F				
Locais	2	16,6	4,88*	10,27	11,33**	3,14	7,02*	1,76	33,8**	0,07	4,61*				
Resíduo	9	3,4		0,09		0,45		0,05		0,02					
Total	11														
C%-AB		CTC-A		CTC-B		CTC-AB		S-A		S-B					
Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F				
0,36	20,8**	24,74	66,8**	2,65	40,7**	5,69	40,7**	16,6	4,88*	1,03	11,3**				
0,02		0,37		0,07		0,14		3,4		0,09					
S-AB		H+Al-A		H+Al-B		H+Al-AB		K1-A		K1-B		K1-AB			
Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F		
3,14	7,02*	5,34	1,27	0,73	6,57*	2,23	4,57*	1008	7,21*	27,3	1,05	22,1	1,29		
0,45		4,20		0,11		0,49		140		26,0		17,1			
V%-A		V%-B		V%-AB		P1-A		P1-AB		Al1-A		Al1-B		Al1-AB	
Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F
1362	3,13	227	3,51	469	4,52*	0,06	0,10	0,06	2,39	1,02	1,14	2,15	0,33	0,13	0,34
435		65		104		0,54		0,02		0,89		6,51		0,38	
PH-A		PH-B		PH-AB		m-A		m-B		m-AB					
Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F				
13,23	2,65	1,12	1,34	0,32	0,12	1723	3,10	528	1,51	776	2,03				
4,99		0,83		2,67		556		349		382					

mente menores aos do local 1 (Pinhal Bonito) e valores de H+Al-B; H+Al-AB; CX-A; CX-B; CX-AB; CTC-A; CTC-B; e CTC-AB menores do que o local 3 (Mandacaiá). Também indicam que o local 3 (Mandacaiá) possui valores de S-A; S-B; S-AB; VZ-AB; Ca+Mg-A; Ca+Mg-B e Ca+Mg-AB significativamente inferiores ao local 1 (Pinhal Bonito).

TABELA 9. COMPARAÇÃO ATRAVÉS DO TESTE DE DUNCAN, DAS MÉDIAS DOS LOCAIS NO CASO DOS VALORES MÉDIOS DOS HORIZONTES A, B E A+B, DE ÍONS TROCÁVEIS, CZ, CTC, S E VZ QUE APRESENTARAM DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS ENTRE OS TRÊS LOCAIS. A NUMERAÇÃO DOS LOCAIS (L) É: P = PINHAL BONITO; T = TRINITA E M = MANDAÇAIA (*)

L	Ca+Mg-A	L	Ca+Mg-B	L	Ca+Mg-AB	L	CZ-A	L	CZ-B	L	CZ-AE
P	4,340	P	1,580	P	2,2800	P	1,660	M	0,5333	M	0,8667
T	1,075	T	0,775	T	0,8500	M	1,467	P	0,4000	P	0,7800
M	0,833	M	0,700	M	0,7667	T	0,450	T	0,2500	T	0,3000
L	CTC-A	L	CTC-B	L	CTC-AB	L	S-A	L	S-B	L	S-AE
P	8,214	P	3,948	P	5,066	P	4,340	P	1,580	P	2,2800
M	6,273	M	3,190	M	4,313	T	1,075	T	0,775	T	0,8500
T	3,497	T	2,405	T	2,818	M	0,833	M	0,700	M	0,7667
L	H+Al-B	L	H+Al-AB	L	K1-A	L	VZ-AE				
M	2,470	M	3,560	P	34,0	P	41,96				
P	2,366	P	2,780	M	13,0	T	29,83				
T	1,673	T	1,957	T	5,0	M	20,10				

(*) As barras verticais indicam as faixas de não significação estatística de acordo com o teste de Duncan ao 5 %.

TABELA 10. RESULTADO DAS ANÁLISES DE VARIÂNCIA DOS TEORES MÉDIOS DOS HORIZONTES A₁, B E A+B, DE NUTRIENTES DETERMINADOS POR DIGESTÃO TOTAL E EXTRAÇÃO COM ÁCIDO CÍTRICO A 1%, DOS SOLOS ANALISADOS NOS LOCAIS DE ESTUDO.

Fontes de Graus de		P2A		P2B		P2AB		K2A		K2B							
variação liberdade		Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F						
LOCAIS	2	63823	4, 9*	109237	4, 5*	86876	4, 2	5428	3, 8	3408	1, 1						
RESIDUO	9	13029		24351		20677		1427		3057							

TOTAL	11																

K2AB	Ca2A	Ca2B	Ca2AB	Mg2A	Mg2B	Mg2AB	Fe2A										
Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F						
2238	0, 9	4696	3, 9	25, 5	2, 1	331	3, 0	12, 07	7, 3*	53, 4	2, 9	28, 35	3, 1	332766	3, 0		
2596		1219		12, 1		110		1, 65		18, 8		9, 06		111915			

Fe2B	Fe2AB	Al2B	Al2AB	Mn2A													
Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F		
286634	3, 5	282290	3, 4	31557550	12, 0**	29185330	14, 7**	31116938	14, 5**								
61442		64332		2633067		1992174		2145519									

Mn2B	Mn2AB	Cu2A	Cu2B	Cu2AB	Zn2A	Zn2B											
Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F		
185848	2, 2	245217	2, 2	117, 2	2, 2	27, 9	1, 3	15, 3	2, 1	5825	7, 7*	4149	5, 0*				
83612		113416		52, 3		21, 5		7, 3		755		834					

Zn2AB	Ca3A	Ca3B	Ca3AB	Mg3A	Mg3B	Mg3AB	K3A										
Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F		
4420	5, 8*	422975	3, 7	5860	7, 2*	523	2, 2	9062	4, 2	1186	3, 6	2431	4, 7*	948	7, 7*		
769		115035		813		237		2171		331		520		124			

K3B	K3AB	Zn3A	Zn3B	Zn3AB	Cu3A	Cu3B	Cu3AB										
Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F		
1027	4, 9*	910	4, 7*	3, 7	2, 1	0, 002	0, 3	1, 02	0, 9	12, 03	1, 9	19, 2	1, 8	18, 3	1, 8		
211		192		1, 8		0, 005		1, 19		1, 19		11, 0		10, 1			

TABELA 11. COMPARAÇÃO ATRAVÉS DO TESTE DE DUNCAN, DAS MÉDIAS DOS LOCAIS NO CASO DOS VALORES MÉDIOS DOS HORIZONTES A, B E A+B, DE NUTRIENTES DETERMINADOS POR DIGESTÃO TOTAL E EXTRAÇÃO COM ÁCIDO CÍTRICO A 1 %, QUE APRESENTARAM DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS ENTRE OS TRÊS LOCAIS. A NUMERAÇÃO DOS LOCAIS (L) E: P = PINHAL BONITO; T = TRINITA E M = MANDAÇAIA (*)

L	P2A	L	P2B	L	Mg2A	L	Al2A	L	Al2B	L	Al2AB	L	Zn2A
P	451,2	P	396,4	M	1417	P	72860	M	80930	P	78190	P	86,84
M	313,3	M	200,7	P	144	M	67440	P	80060	M	76060	M	38,07
T	213,8	T	88,5	T	115	T	22390	T	33610	T	29110	T	16,63

L	Zn2B	L	Zn2AB	L	K3A	L	K3B	L	K3AB	L	Ca3B	L	Mg3AB
P	79,36	P	80,36	P	41,6	P	36,4	P	37,2	P	96,0	P	59,4
M	45,67	M	42,67	M	23,0	M	12,0	M	15,7	T	34,8	M	19,0
T	18,63	T	18,10	T	13,0	T	8,5	T	10,2	M	30,0	T	18,3

(*) As barras verticais indicam as faixas de não significação estatística de acordo com o teste de Duncan ao 5 %.

Nas TABELAS 12 e 13, são apresentados os resultados das análises de variância das variáveis físicas do solo e as comparações das médias dos locais.

Os resultados indicam que os teores de argila e silte, dos horizontes superficiais e subsuperficiais, bem como as relações S/A médias dos horizontes superficiais e do solum de Pinhal Bonito e Mandaçaia são significativamente superiores às de Trinita. Os solos de Trinita, por sua vez, apresentaram teores de areia médios dos horizontes superficiais, subsuperficiais e do solum, significativamente superiores a Mandaçaia e Pinhal Bonito.

Estes resultados confirmam as observações feitas ao

analisar as diferenças em textura entre os locais analisados, no sentido de que a textura do solo do local 2 (Trinita) é mais grosseira do que as dos locais 1 (Pinhal Bonito) e 3 (Mandapaia).

TABELA 12. RESULTADO DAS ANÁLISES DE VARIÂNCIA DOS VALORES MÉDIOS DOS HORIZONTES A, B E A+B, DAS VARIÁVEIS FÍSICAS DOS SOLOS ANALISADOS NOS LOCAIS DE ESTUDO.

Fonte de Variação		Arg-A		Arg-B		Arg-AB		Are-A		Are-B	
G.L.		Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F
LOCAIS	2	720,8	9,4**	150,4	15,3**	711,6	12,5**	2616	17,3**	1961	22,4**
RESIDUO	9	77,1		9,8		56,9		151		87,7	
TOTAL	11										
Are-AB		Sil-A		Sil-B		Sil-AB		S/A-A		S/A-B	
Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F
2162,7	22,9**	38,7	11,2**	427,7	9,1**	501,3	10,78**	1,35	9,9**	2,24	1,3
94,4		3,5		47,0		46,5		0,14		1,72	
S/A-AB		prof-A		prof-B		prof-AB		Arg A/B			
Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F		
0,36	4,82*	533	2,51	2567	2,14	1527	0,9	0,014	0,9		
0,07		212		1202		1866		0,016			

TABELA 13. COMPARAÇÃO ATRAVÉS DO TESTE DE DUNCAN, DAS MÉDIAS DOS LOCAIS NO CASO DOS VALORES MÉDIOS DOS HORIZONTES A, B E A+B, DAS VARIÁVEIS FÍSICAS DE SOLO QUE APRESENTARAM DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS, ENTRE OS TRÊS LOCAIS. A NUMERAÇÃO DOS LOCAIS (L) É: P = PINHAL BONITO; T = TRINITA E M = MANDAÇAIA (*)

L Arg-A		L Arg-B		L Arg-AB		L Are-A		L Are-B		L Are-AB	
P	38,48	M	6,51	M	40,40	T	83,07	T	75,88	T	78,50
M	36,90	P	6,38	P	40,00	M	52,23	M	45,97	M	48,20
T	14,68	T	4,29	T	17,05	P	34,72	P	34,44	P	34,80
L Sil-A		L Sil-B		L Sil-AB		L S/A-A		L S/A-AB			
P	5,2	P	24,74	P	25,20	P	0,84	P	0,774		
M	3,3	M	11,68	M	11,37	M	0,47	M	0,293		
T	1,5	T	5,68	T	4,48	T	0,41	T	0,262		

(*) As barras verticais indicam as faixas de não significação estatística de acordo com o teste de Duncan ao 5 %.

5.3 ANÁLISES FOLIARES

5.3.1 Teores de nutrientes nas acículas

Na TABELA 14 são apresentados os resultados das análises foliares realizadas nas 12 parcelas.

Na FIGURA 3 são apresentadas as concentrações foliares médias de macro e micronutrientes do 1º e do 2º lançamento para cada um dos 3 locais.

Em relação aos valores existentes na literatura consultada, pode-se dizer que os níveis foliares de N, Fe e B nos 3 locais, são aparentemente adequados para permitir um bom crescimento no ano em que foi realizada a observação, enquanto os níveis de P, K, Ca, Mg, Cu e Zn no local 2 (Trinita) são relativamente baixos e são indicio de que estes nutrientes podem ser responsáveis das limitações observadas no crescimento neste local (SWITZER *et alii*⁶⁰, REISSMANN⁵⁷, QUINTEROS⁵⁵).

À respeito do K, VALERI considerou níveis de K foliar de 0,39 % como deficientes em amostras de 3º desbaste de um povoamento de *P. taeda* de 14 anos de idade, na mesma região do presente estudo, com base na bibliografia e nos níveis de K trocável no solo. Tomando como referência esse valor, pode-se dizer que as árvores amostradas no local 2 e algumas do local 3 apresentam deficiências de K.⁶⁶

Vale observar também que no caso do K e do Zn, existe uma diferença evidente nos níveis foliares dos três locais, tendo sido o local 2 (Trinita) o que apresentou as menores concentrações. Uma diferença desta magnitude não acontece com nenhum dos outros nutrientes apresentados na FIGURA 3.

FIGURA 3. CONCENTRAÇÕES FOLIARES MÉDIAS POR LOCAL DE MACRO E MICRONUTRIENTES.

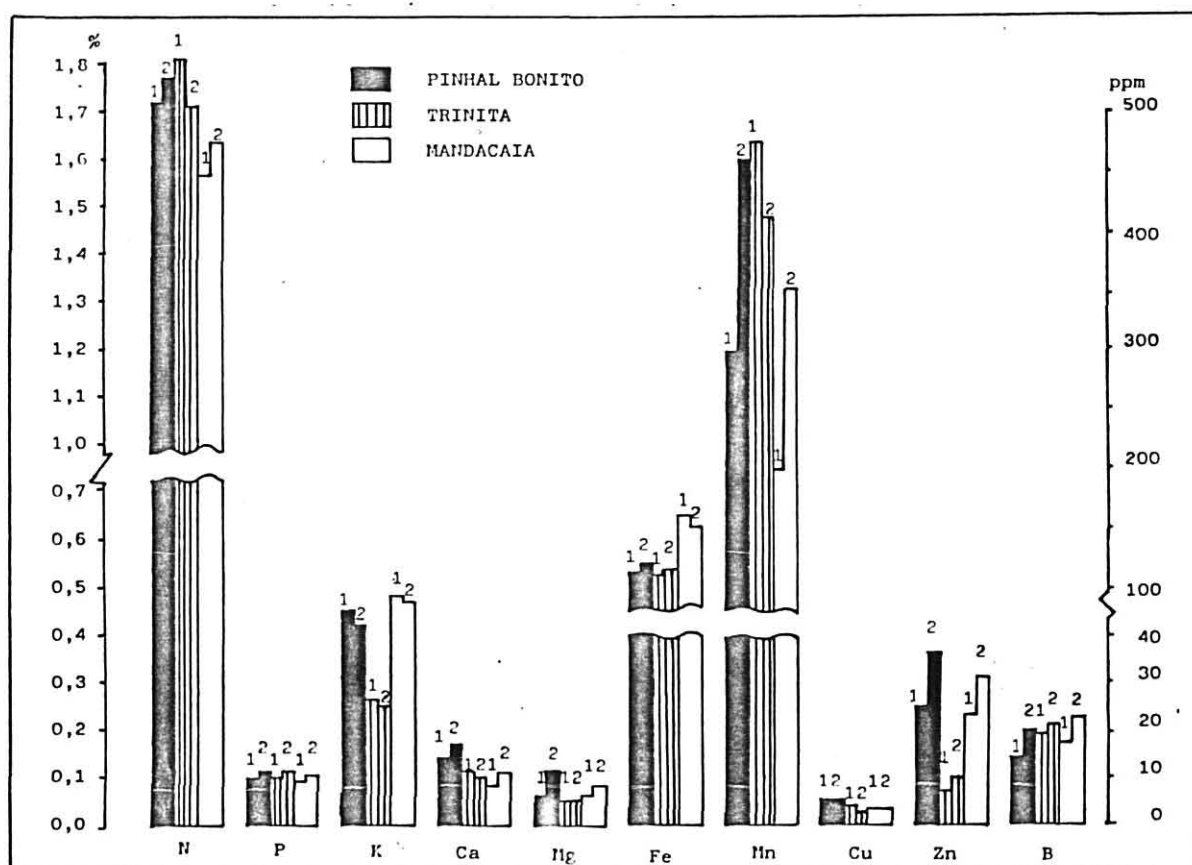


TABELA 14. TEORES DE MACRO E MICRONUTRIENTES TOTAIS DAS ACICULAS DO 1º E 2º LANÇAMENTO DE ARVORES DE *P. taeda* AOS 16 ANOS DE IDADE EM PINHAL BONITO (PT-22 A PT-26), TRINITA (PT-27 A PT-30) E MANDACAIÁ (PT-31 A PT-33).

PARCELA Nr.	LANÇ. Nr.	%					PPM				
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
PT-22	1º	1,59	0,11	0,47	0,16	0,09	90	231	5	49	12
	2º	1,51	0,11	0,33	0,20	0,15	96	203	6	44	16
PT-23	1º	1,79	0,10	0,47	0,12	0,07	115	211	6	25	13
	2º	1,73	0,10	0,43	0,15	0,16	106	405	5	35	16
PT-24	1º	1,63	0,11	0,42	0,15	0,06	162	368	5	16	15
	2º	1,94	0,12	0,47	0,12	0,06	150	230	5	40	19
PT-25	1º	1,65	0,07	0,46	0,11	0,03	87	280	4	10	16
	2º	1,93	0,10	0,44	0,14	0,06	117	606	5	17	31
PT-26	1º	1,72	0,09	0,43	0,18	0,06	114	394	5	26	13
	2º	1,75	0,11	0,43	0,25	0,12	132	650	4	43	16
PT-27	1º	1,76	0,09	0,21	0,10	0,04	101	281	3	6	17
	2º	1,76	0,09	0,22	0,10	0,04	102	415	2	6	20
PT-28	1º	1,62	0,09	0,27	0,09	0,05	116	570	4	6	16
	2º	1,80	0,10	0,29	0,10	0,06	111	305	2	10	28
PT-29	1º	1,96	0,12	0,30	0,13	0,05	106	630	2	6	21
	2º	1,65	0,12	0,23	0,12	0,05	116	512	2	9	16
PT-30	1º	1,87	0,09	0,26	0,10	0,04	117	427	5	9	22
	2º	1,62	0,11	0,27	0,09	0,04	131	423	2	9	21
PT-31	1º	1,59	0,10	0,54	0,08	0,06	163	201	2	29	17
	2º	1,62	0,11	0,56	0,13	0,11	170	401	4	45	23
PT-32	1º	1,64	0,08	0,52	0,06	0,06	176	146	4	16	19
	2º	1,71	0,09	0,44	0,07	0,05	146	216	2	16	19
PT-33	1º	1,46	0,09	0,39	0,10	0,06	155	246	4	24	16
	2º	1,56	0,10	0,39	0,14	0,06	130	435	2	33	27

5.3.2 Análises de variância dos teores foliares

Na TABELA 15 são apresentados os resultados das análises de variância do TIPO I realizadas com as variáveis foliares. No primeiro lançamento foram achadas diferenças entre os 10-

TABELA 15. A) RESULTADO DAS ANÁLISES DE VARIÂNCIA DO TIPO I REALIZADAS COM AS VARIÁVEIS FOLIARES

Fonte de Graus de variação liberdade		K1F Q.M. F		K2F Q.M. F		Ca1F Q.M. F		Ca2F Q.M. F		Fe1F Q.M. F	
LOCAIS	2	0,056	25,5**	0,049	12,9**	0,004	7,4*	0,006	3,9	3135	7,0*
RESIDUO	9	0,002		0,004		0,001		0,002		446	
TOTAL	11										

Fe2F		Mn1F		Mn2F		B1F		B2F		Zn1F		Zn2F		Cu1F	
Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F
1096	3,2	72216	6,2*	10989	0,3	31,37	6,9*	11	0,4	396	3,7	860	8,4**	3,63	3,4
342		11609		36303		4,61		31		106		102		1,07	

Cu2F		N1F		N2F		P1F		P2F		Mg1F		Mg2F	
Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F
11,13	21,5**	0,329	2,5	0,251	1,3	0,0033	0,7	0,0012	0,9	0,0004	1,6	0,034	1,5
0,52		0,132		0,193		0,0047		0,0013		0,0002		0,023	

B) COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DOS LOCAIS (L), NO CASO DAS VARIÁVEIS FOLIARES QUE APRESENTARAM DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS (P = PINHAL BONITO; T = TRINITA; M = MANDACAIÁ) (*)

L	K1F	L	K2F	L	Ca1F	L	Fe1F	L	Mn1F	L	B1F	L	Zn2F	L	Cu2F
M	0,4633	M	0,4700	P	0,144	M	164,7	T	477,0	T	19,0	P	35,6	P	5,00
P	0,4500	P	0,4200	T	0,105	P	113,6	P	296,6	M	17,3	M	31,3	M	2,67
T	0,2600	T	0,2525	M	0,060	T	110,0	M	197,7	P	13,8	T	9,0	T	2,00

(*) As barras verticais indicam as faixas de não significação estatística de acordo com o teste de Duncan ao 5%.

cais nos níveis foliares de : K; Ca; Fe; Mn e B. No segundo lançamento foram achadas diferenças significativas entre os locais nos níveis foliares de K; Zn e Cu.

Na TABELA 15 também são apresentados os testes das médias destas variáveis. É possível observar que as concentrações foliares de K no primeiro e segundo lançamento e do Zn no segundo lançamento, foram significativamente maiores nos locais 1 e 3 do que no local 2 o que concorda com os resultados das variáveis de crescimento. Por outro lado, as outras variáveis foliares (Ca, Fe, Mn, B e Cu) analisadas não apresentaram as mesmas diferenças, sendo que no caso do Mn e do B do primeiro lançamento, o local 2 (Trinita) apresentou concentrações significativamente maiores do que os outros dois locais.

Observa-se também que alguns nutrientes apresentam diferenças significativas no primeiro lançamento e não no segundo (Ca; Fe; Mn; B) e vice-versa (Zn e Cu). Dos dois nutrientes mais interessantes a serem analisados (K e Zn) devido a possuírem um comportamento similar ao do crescimento, destaca-se o Zn por só ter apresentado diferenças significativas no segundo lançamento, o que pode ser indício da maior contribuição deste lançamento ao crescimento ocorrido nesse ano.

As concentrações foliares e as análises estatísticas indicam deficiências muito prováveis de vários nutrientes no local sobre arenitos, principalmente K, Zn e Cu e em menor escala de Ca. Isto coincide com observações anteriores (REISSMANN & ZÖTTL⁶⁰, QUINTEROS⁵⁵, VALERI^{8e}) que indicam o K e o Zn como os principais nutrientes críticos na região e agrega o caso do Cu que aparece também como limitante do crescimento e deve ser levado em consideração em trabalhos futuros.

5.4 ANÁLISE DO CRESCIMENTO

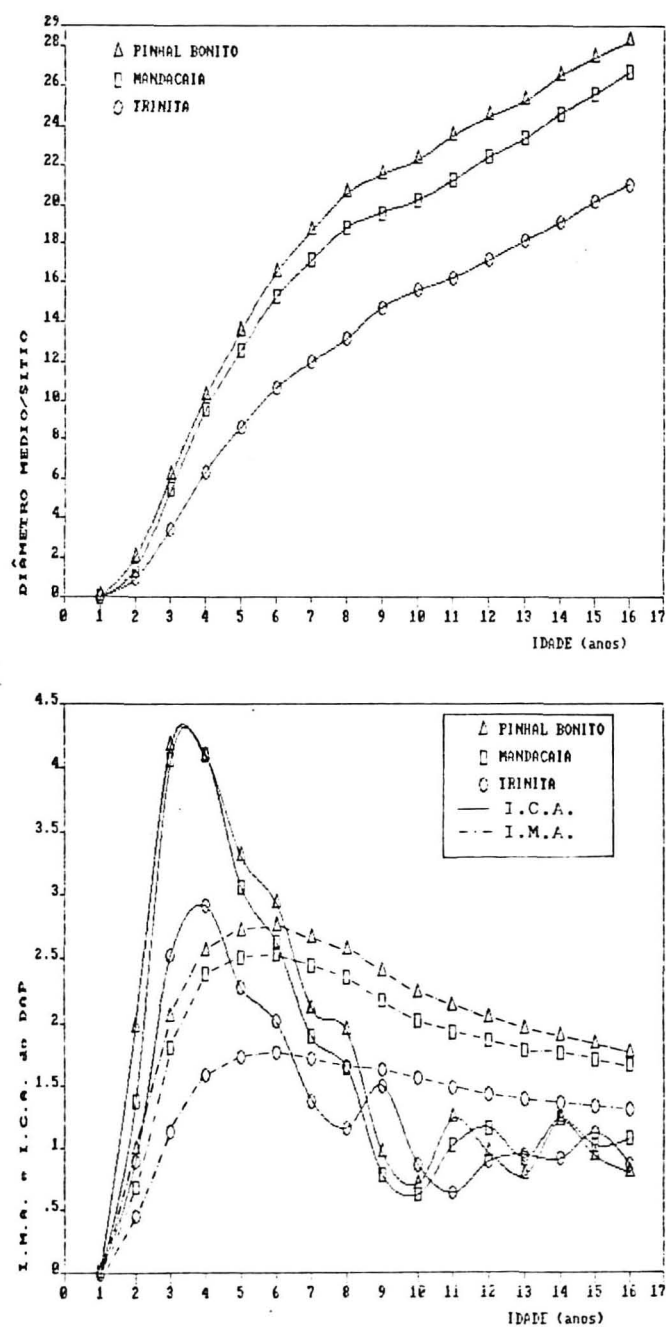
5.4.1 Crescimento em diâmetro

Na TABELA 16 são apresentados os dados de crescimento em diâmetro (DAP) médio por parcela. Na FIGURA 4 são apresentadas as curvas de crescimento em diâmetro médio para cada um dos 3 locais estudados, bem como o ICA e IMA correspondentes.

TABELA 16. DIÂMETRO MÉDIO (DAP em cm) POR PARCELA DE ÁRVORES DE *P. taeda* DE 1 A 16 ANOS DE IDADE EM PINHAL BONITO, TRINITA E MANDACAIÁ

ANO	LOCAIS											
	PINHAL BONITO					TRINITA				MANDACAIÁ		
	PT-22	PT-23	PT-24	PT-25	PT-26	PT-27	PT-28	PT-29	PT-30	PT-31	PT-32	PT-33
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	2,2	2,3	0,9	2,9	1,7	0,0	0,8	2,1	0,7	1,2	1,1	1,6
3	6,8	6,5	5,0	6,8	5,7	1,0	4,2	5,8	2,7	6,2	4,8	5,3
4	11,6	10,3	8,7	10,5	10,1	3,0	8,1	8,9	5,4	10,8	8,9	8,9
5	15,4	13,4	12,0	13,4	13,6	5,0	11,0	11,2	7,3	14,2	11,6	12,0
6	18,7	16,2	15,1	16,1	16,4	7,9	13,1	12,7	8,9	16,7	14,1	14,9
7	20,9	18,3	17,5	18,2	18,3	9,6	14,5	13,9	10,1	18,4	15,8	17,2
8	23,3	19,9	19,6	20,0	20,0	11,0	15,7	14,7	11,4	19,9	17,6	18,8
9	24,4	20,8	20,5	20,9	21,0	12,5	17,1	16,3	12,9	20,5	18,4	19,8
10	25,3	21,5	21,3	21,6	21,5	13,4	17,9	17,1	13,9	20,9	19,0	20,7
11	26,9	22,7	22,7	22,8	22,3	14,2	18,3	17,7	14,7	21,6	20,4	21,7
12	28,0	23,7	23,8	23,5	23,3	14,9	19,2	18,7	15,7	22,9	21,7	22,6
13	29,0	24,5	24,7	24,2	23,9	15,7	20,5	19,8	16,8	23,7	22,8	23,5
14	30,2	25,8	26,3	25,4	24,6	16,7	21,3	20,6	17,8	25,1	24,3	24,3
15	31,2	27,0	27,4	26,1	25,4	17,6	22,3	21,7	18,9	26,5	25,4	24,9
16	32,2	28,0	28,3	26,7	25,9	18,4	23,2	22,6	19,8	27,7	26,4	25,2

FIGURA 4. CURVAS DE CRESCIMENTO MEDIO POR LOCAL EM DAP E OS ICA E IMA CORRESPONDENTES DAS ARVORES DE *P. taeda* DE 1 A 16 ANOS DE IDADE EM PINHAL BONITO, TRINITA E MANDACAIA.



É possível observar uma visível diferença de crescimento diametral médio entre os locais 1 e 3 com respeito ao local 2 (Trinita), o qual apresenta um crescimento médio muito menor. Esta diferença fica bem evidente nas curvas do IMA. Nelas é possível observar também que o IMA médio máximo aconteceu nos 3 locais no mesmo ano, o que não concorda com a literatura que indica em geral que o IMA máximo acontece nos sítios melhores antes do que nos sítios mais ruins. O fato de que o crescimento diametral seja altamente dependente do espaçamento pode explicar este resultado. No local 2, além de ter acontecido um crescimento muito menor, ocorreram muitas perdas que reduziram a densidade do povoamento, o que pode ter-lhe permitido atingir o seu IMA máximo antes do que seria de esperar no caso que a sua densidade fosse igual à dos outros dois locais.

5.4.2 Crescimento em altura total

Na TABELA 17 são apresentados os dados do crescimento médio em altura total por parcela. Na FIGURA 5 são apresentadas as curvas de crescimento médio em altura total de cada um dos 3 locais estudados e também do ICA e IMA correspondentes.

Como no caso dos diâmetros, é possível observar uma grande diferença entre os locais 1 e 3 com respeito ao local 2 o qual apresenta um crescimento muito menor. Esta diferença também aparece claramente nas curvas dos IMA médios e como no caso dos diâmetros, o IMA médio máximo aconteceu nos três locais no mesmo ano (ano 6) coincidindo com o máximo crescimento médio em diâmetro. As alturas foram um pouco maiores no local 3 do que no local 1 enquanto os diâmetros foram um pouco

FIGURA 5. CURVAS DE CRESCIMENTO MÉDIO POR LOCAL EM ALTURA TOTAL E OS ICA E IMA CORRESPONDENTES DAS ÁRVORES DE *P. taeda* DE 1 A 16 ANOS DE IDADE EM PINHAL BONITO, TRINITA E MANDAÇAIA.

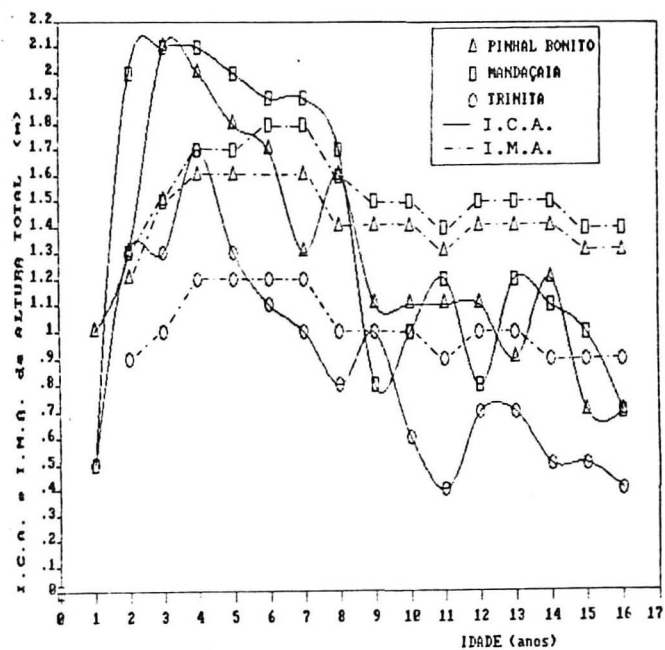
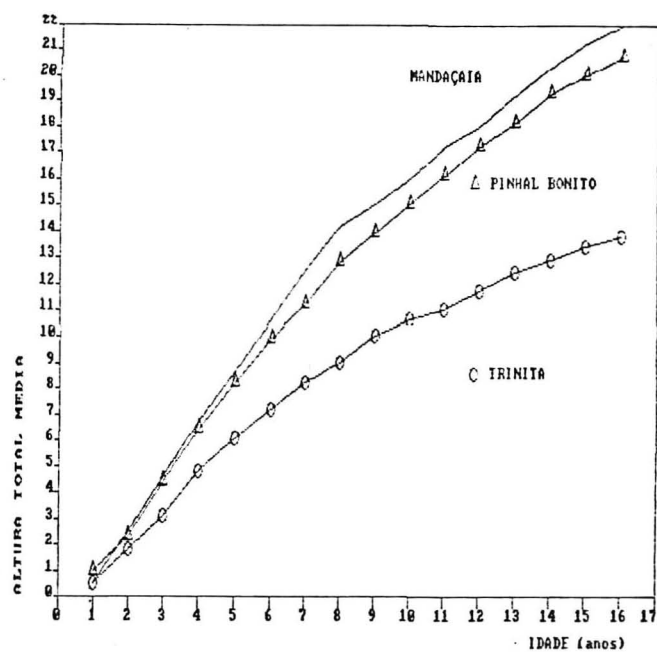


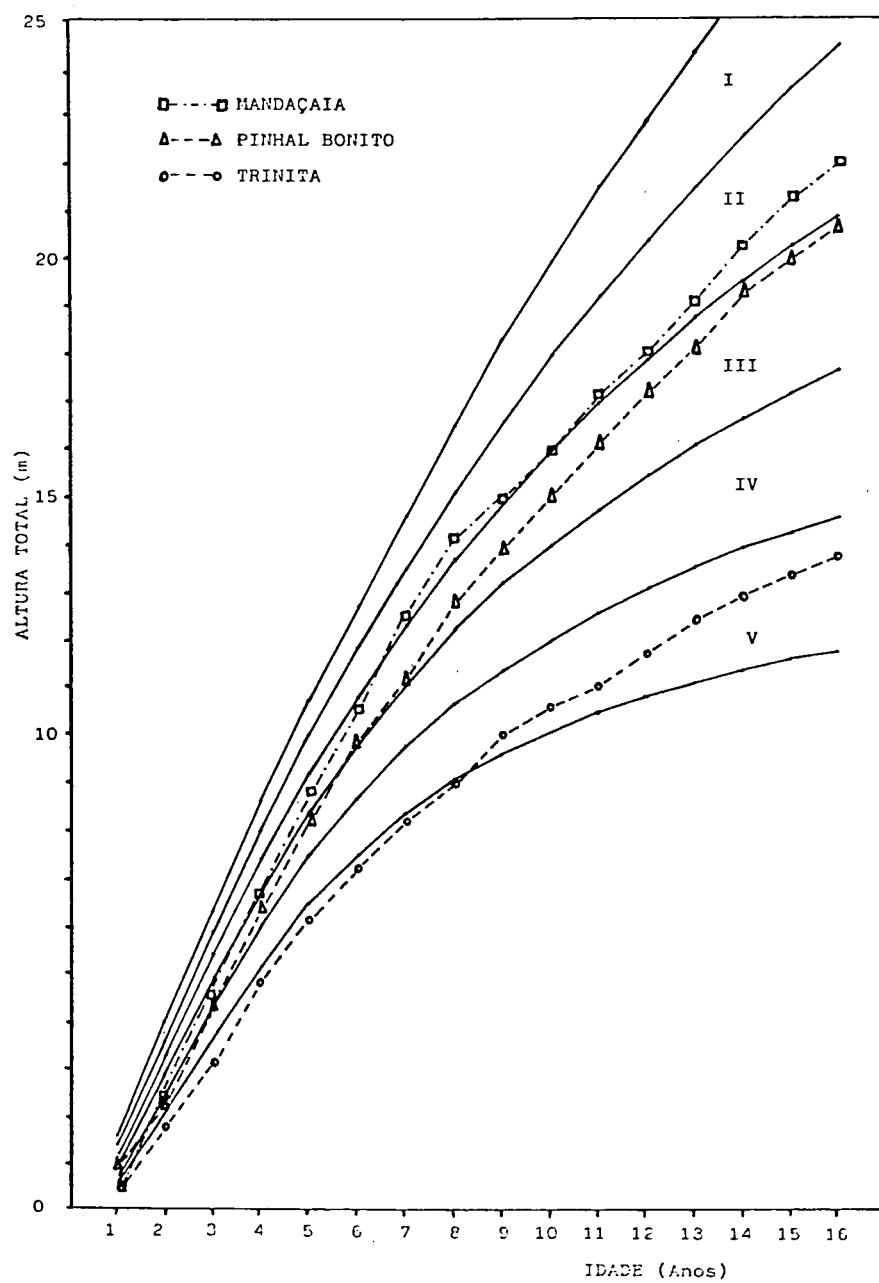
TABELA 17. ALTURA TOTAL MÉDIA POR PARCELA (m) DE ÁRVORES DE *P. taeda* DE 1 A 16 ANOS DE IDADE EM PINHAL BONITO, TRINITA E MANDAÇAIA.

ANO	LOCAIS											
	PINHAL BONITO					TRINITA				MANDAÇAIA		
	PT-22	PT-23	PT-24	PT-25	PT-26	PT-27	PT-28	PT-29	PT-30	PT-31	PT-32	PT-33
1	1,2	0,9	0,5	1,2	1,0	0,5	0,3	0,7	0,3	0,3	0,3	0,9
2	2,4	2,6	1,7	2,9	2,1	1,1	1,9	2,8	1,4	2,2	1,9	3,3
3	4,5	4,6	4,5	4,9	3,7	1,8	3,4	4,4	2,7	4,3	4,9	4,7
4	6,5	6,2	6,2	7,2	6,0	3,2	5,6	6,4	4,1	6,3	7,3	6,5
5	8,1	8,1	8,1	9,0	7,8	4,0	7,4	7,9	5,1	8,4	9,4	8,4
6	10,1	9,9	10,3	10,1	9,1	4,9	8,9	9,3	5,7	10,4	11,1	10,2
7	11,7	11,2	12,0	11,1	10,2	6,2	10,1	10,1	6,5	12,4	13,1	12,1
8	13,5	12,4	13,6	12,5	12,1	6,8	11,1	10,9	7,3	14,1	15,2	13,4
9	14,3	13,3	14,7	13,9	13,4	7,4	12,1	12,2	8,3	14,5	16,3	14,3
10	15,3	14,5	15,9	14,7	14,4	7,8	12,7	13,0	8,8	15,7	17,1	15,1
11	16,5	15,9	17,1	15,7	15,4	8,2	13,2	13,5	9,1	16,9	18,3	16,3
12	17,4	17,2	17,8	16,7	16,7	8,7	14,0	14,3	9,6	17,9	19,0	17,2
13	18,3	18,1	18,8	17,4	18,1	9,2	14,8	15,2	10,3	19,3	20,2	18,1
14	20,2	19,4	19,9	18,2	18,8	9,8	15,3	15,6	10,7	20,9	21,2	18,8
15	20,7	20,2	20,7	19,0	19,6	10,2	15,8	16,1	11,3	21,7	22,6	19,7
16	21,6	20,8	21,4	19,7	20,2	10,6	16,2	16,7	11,7	22,6	23,3	20,0

maiores no local 1 do que no 3.

Para fazer uma análise comparativa dos crescimentos em altura, foram tomados os dados fornecidos por MACHADO e foram desenhadas na FIGURA 6 as curvas de Índice de Sítio por ele calculadas.⁴⁷ De acordo com isto, na idade de 10 anos tomada como base para a classificação de sítios por MACHADO o local 2 pertenceria a CLASSE DE SÍTIO V em tanto que os locais 1 e 3 pertenceriam ambos a CLASSE III. Esta diferença confirma que a eleição dos tres locais com diferentes materiais de origem foi adequada no sentido de que eles produzem diferenças reais no desenvolvimento das árvores. Mas uma análise particular do comportamento relativo das curvas apresentadas por

FIGURA 6. CLASSES DE SÍTIO E CURVAS DE CRESCIMENTO EM ALTURA TOTAL MÉDIA POR LOCAL DO PRESENTE TRABALHO.



MACHADO com as curvas de crescimento obtidas neste trabalho permite observar que as curvas de MACHADO sofrem do problema de "falta de estabilidade". isto é, que uma árvore que numa determinada idade está dentro de uma classe de sítio não se mantém nessa mesma classe durante toda sua vida, senão que passa para outra ou outras classes na medida que se desenvolve.⁴⁷

Não é objetivo deste trabalho fazer uma classificação de sítios, porém, em vista dos resultados comentados, seria conveniente que fosse realizada a revisão das curvas de MACHADO para determinar se esta falta de estabilidade observada é um fenômeno geral ou particular dos resultados do presente trabalho, seja isto por terem sido analisados locais diferentes aos amostrados por MACHADO (este autor não detalha a numeração dos talhões por ele amostrados) ou por ter sido usados em este trabalho tamanhos de amostra não adequados para uma classificação de sítios.⁴⁷

5.4.3 Crescimento em volume total

Na TABELA 16 são apresentados os dados de crescimento médio em volume total por parcela, e os ICA e IMA correspondentes. Na FIGURA 7 são apresentadas as curvas de crescimento médio em volume total para cada um dos 3 locais estudados e também os ICA e IMA correspondentes. É possível observar que a diferença entre os locais 1 e 3 com respeito ao local 2 já observada no caso do crescimento médio em diâmetro e em altura acontece também com o volume total médio dos locais. Existem porém, algumas diferenças entre as curvas do volume e as curvas dos incrementos em DAP e altura. A curva média de

FIGURA 7. CURVAS DE CRESCIMENTO MÉDIO POR LOCAL EM VOLUME TOTAL E OS ICA E IMA CORRESPONDENTES DAS ÁRVORES DE *P. taeda* DE 1 A 16 ANOS DE IDADE EM PINHAL BONITO, TRINITA E MANDACAIÁ.

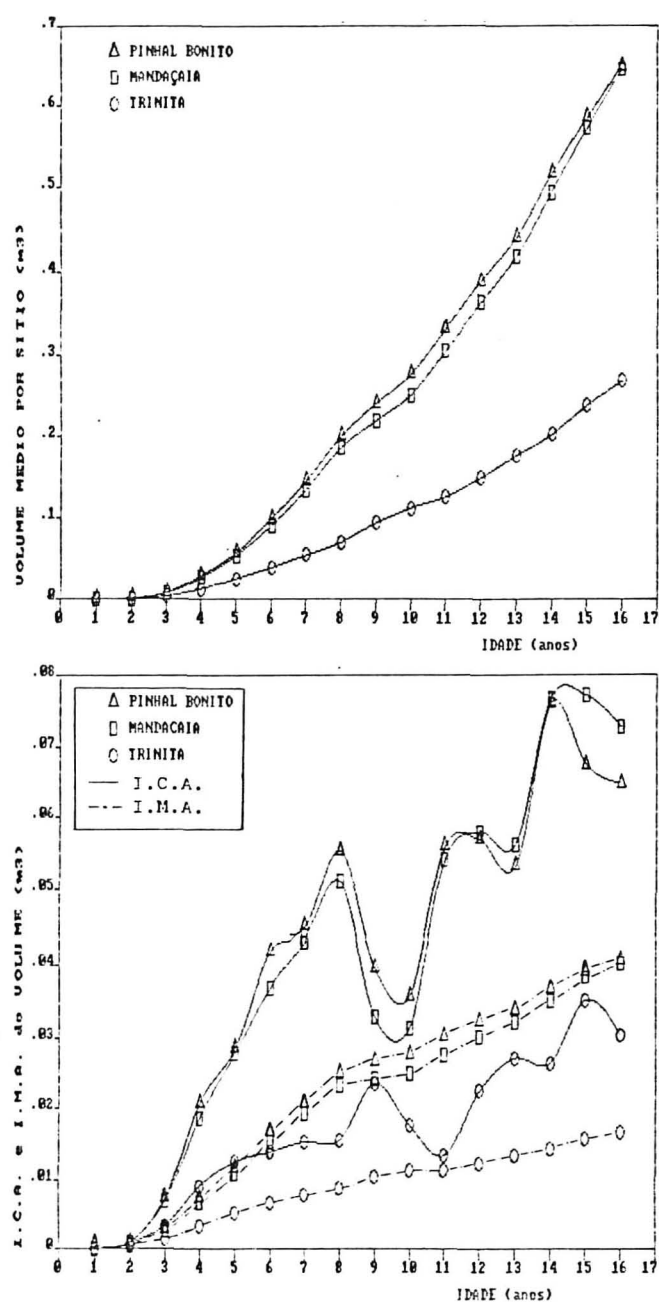


TABELA 18. VOLUME TOTAL MÉDIO POR PARCELA (m^3) DE MADEIRA DE *P. taeda* DE 1 A 16 ANOS DE IDADE EM PINHAL BONITO, TRINITA E MANDAÇAIA.

ANO	LOCAIS											
	PINHAL BONITO					TRINITA				MANDAÇAIA		
	PT-22	PT-23	PT-24	PT-25	PT-26	PT-27	PT-28	PT-29	PT-30	PT-31	PT-32	PT-33
1	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,003	0,001	0,000	0,002	0,001	0,000	0,001	0,002	0,001	0,001	0,000	0,002
3	0,014	0,010	0,006	0,012	0,002	0,002	0,004	0,008	0,003	0,009	0,006	0,009
4	0,040	0,029	0,021	0,031	0,027	0,005	0,017	0,023	0,008	0,032	0,023	0,025
5	0,078	0,056	0,047	0,054	0,055	0,011	0,036	0,042	0,015	0,063	0,048	0,052
6	0,136	0,096	0,089	0,088	0,090	0,019	0,057	0,060	0,022	0,103	0,083	0,088
7	0,196	0,138	0,137	0,125	0,125	0,030	0,081	0,078	0,030	0,144	0,125	0,134
8	0,271	0,187	0,196	0,173	0,172	0,040	0,104	0,097	0,041	0,199	0,178	0,179
9	0,328	0,220	0,233	0,203	0,211	0,055	0,138	0,131	0,053	0,226	0,215	0,214
10	0,384	0,256	0,267	0,231	0,238	0,066	0,159	0,153	0,069	0,253	0,242	0,254
11	0,466	0,311	0,325	0,276	0,278	0,075	0,175	0,172	0,078	0,303	0,302	0,306
12	0,555	0,365	0,377	0,315	0,327	0,088	0,206	0,204	0,092	0,361	0,371	0,353
13	0,638	0,422	0,425	0,351	0,370	0,103	0,244	0,241	0,111	0,416	0,433	0,405
14	0,744	0,499	0,509	0,411	0,422	0,117	0,284	0,272	0,131	0,510	0,519	0,455
15	0,839	0,575	0,585	0,454	0,470	0,140	0,331	0,316	0,158	0,602	0,604	0,510
16	0,941	0,648	0,649	0,497	0,511	0,159	0,369	0,356	0,183	0,725	0,677	0,532

volume total do local 1 é um pouco maior do que a do local 3, como acontece com o DAP e contrariamente ao caso da altura total. Este fato deve originar-se em diferenças de forma que podem ser analisadas através da análise do fator de forma.

Na TABELA 19 são apresentados os dados de fator de forma natural médios por parcela nos 3 locais e na FIGURA 8 foram graficados os valores médios de fator de forma natural de cada local. É possível observar que as diferenças em fator de forma entre os três locais foram pequenas, porém podem ajudar a explicar as diferenças em volume total comentadas.

As curvas de ICA e IMA do volume total médio são bem

FIGURA 8. CURVA REPRESENTATIVA DO FATOR DE FORMA NATURAL MÉDIO DAS ÁRVORES DE *P. taeda* DE 1 A 16 ANOS DE IDADE EM PINHAL BONITO, TRINITA E MANDAÇAIA.

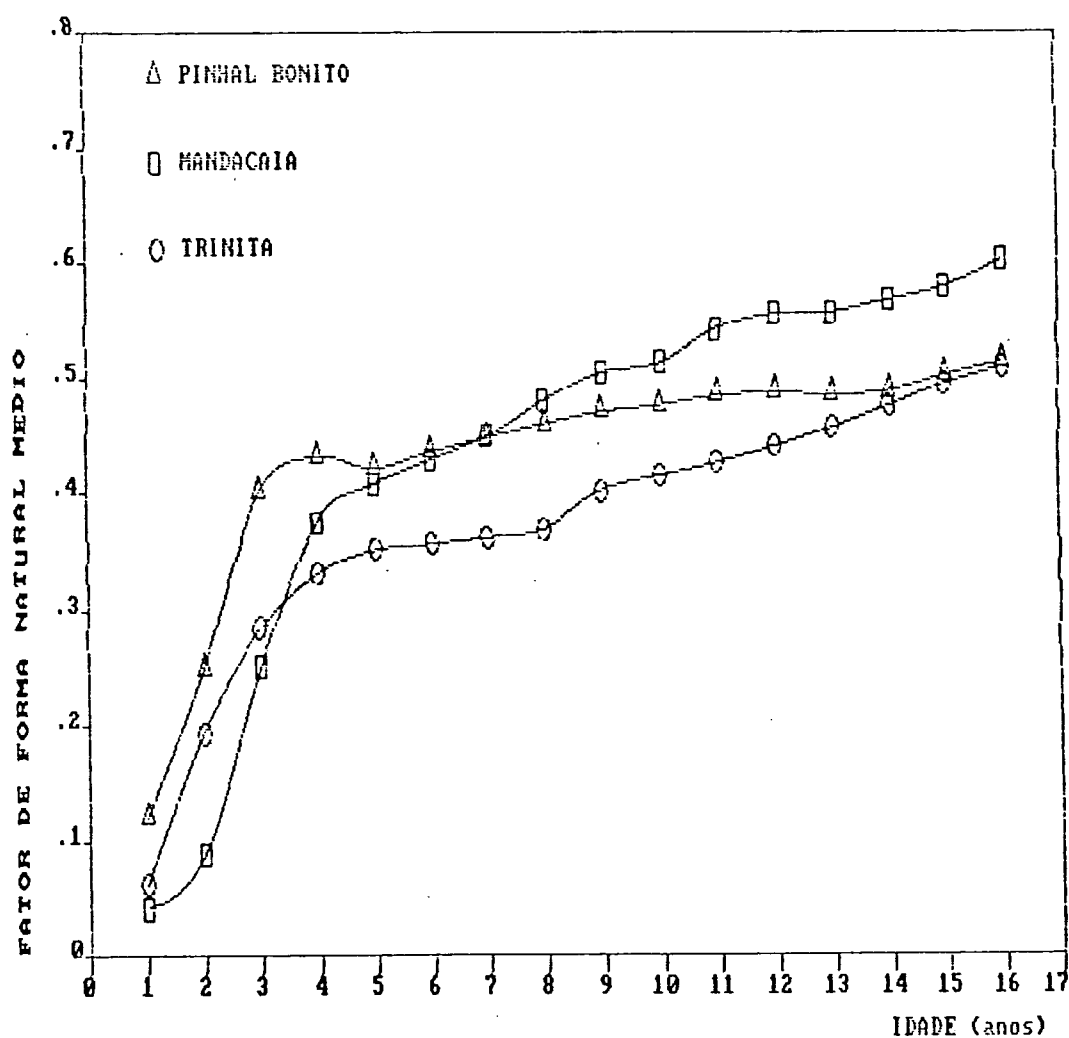


TABELA 19. FATOR DE FORMA NATURAL MÉDIO POR PARCELA DE ARVORES DE *P. taeda* DE 1 A 16 ANOS DE IDADE EM PINHAL BONITO, TRINITA E MANDACAIÁ.

ANO	LOCAIS											
	PINHAL BONITO					TRINITA				MANDACAIÁ		
	PT-22	PT-23	PT-24	PT-25	PT-26	PT-27	PT-28	PT-29	PT-30	PT-31	PT-32	PT-33
1	0,115	0,076	0,000	0,298	0,110	0,129	0,057	0,059	0,000	0,037	0,039	0,046
2	0,369	0,210	0,045	0,402	0,226	0,223	0,226	0,262	0,064	0,154	0,067	0,040
3	0,505	0,394	0,196	0,466	0,444	0,236	0,392	0,369	0,137	0,360	0,198	0,197
4	0,520	0,434	0,313	0,441	0,448	0,295	0,437	0,399	0,196	0,463	0,316	0,332
5	0,480	0,407	0,376	0,417	0,424	0,312	0,481	0,389	0,226	0,460	0,382	0,379
6	0,482	0,426	0,417	0,420	0,428	0,324	0,464	0,391	0,250	0,454	0,426	0,405
7	0,492	0,451	0,448	0,420	0,430	0,319	0,472	0,394	0,265	0,452	0,479	0,415
8	0,503	0,466	0,460	0,429	0,420	0,326	0,435	0,418	0,297	0,462	0,509	0,448
9	0,525	0,470	0,492	0,430	0,433	0,345	0,472	0,442	0,344	0,505	0,529	0,474
10	0,536	0,466	0,504	0,439	0,435	0,356	0,479	0,462	0,359	0,504	0,539	0,494
11	0,546	0,476	0,501	0,446	0,448	0,348	0,490	0,491	0,369	0,551	0,564	0,512
12	0,555	0,483	0,509	0,448	0,442	0,360	0,501	0,503	0,397	0,536	0,602	0,526
13	0,557	0,482	0,492	0,456	0,436	0,383	0,512	0,506	0,423	0,540	0,594	0,533
14	0,537	0,492	0,480	0,469	0,461	0,408	0,527	0,519	0,445	0,549	0,600	0,552
15	0,559	0,510	0,488	0,475	0,475	0,431	0,547	0,532	0,467	0,570	0,595	0,572
16	0,572	0,511	0,508	0,467	0,489	0,456	0,553	0,538	0,486	0,592	0,625	0,590

diferentes das curvas de ICA e IMA dos DAP e altura total médios dos locais (FIGURA 5) principalmente pelo fato de que as curvas não atingiram o seu máximo depois de 16 anos, e continuam ambas as duas (do ICA e do IMA) em forma crescente. O ponto de corte das curvas médias do ICA e do IMA do volume total não aconteceu em nenhum dos 3 locais, embora já tenham acontecido nos casos do DAP e da altura total médios, entre os anos 5 e 9 segundo o caso (FIGURAS 4 e 5). Isto pode ser consequência dos desbastes efetuados nos três locais.

As observações anotadas no item 5 evidenciam que ainda antes de fazer as análises estatísticas previstas, existe uma ampla diferença entre os 3 locais estudados, sendo que o pior crescimento corresponde ao local 2 (Trinita) enquanto nos locais 1 e 3 o crescimento é bem superior.

5.4.4 Análises de variância das variáveis de crescimento

Na TABELA 20 é apresentado o resultado da análise de variância das 3 variáveis de crescimento analisadas. As diferenças entre os locais resultaram significativas e na mesma TABELA 20 são apresentados os resultados dos testes das médias que indicam que o local 2 (Trinita) apresenta crescimento significativamente menor que os outros dois, com relação às três variáveis analisadas. As diferenças significativas entre as parcelas dentro dos locais em altura total e volume indicam que existe uma alta variabilidade dentro dos locais.

Dos tres locais analisados, aparentemente as características dos materiais de origem tem afetado as características físicas e químicas e possivelmente a disponibilidade de água dos solos, fazendo com que nos solos sobre arenito aconteçam deficiências generalizadas de vários nutrientes que têm limitado o crescimento dos pinus durante toda a rotação, enquanto que nos solos sobre diabásio e ritmitos as características físicas e químicas têm permitido crescimentos que podem ser considerados de intermediários para a espécie nesta região.

TABELA 20. A) RESULTADO DAS ANÁLISES DE VARIÂNCIA REALIZADAS COM AS VARIÁVEIS DE CRESCIMENTO

FONTE DE VARIACÃO	GL	DAP		HT		VOL	
		Q. M.	F	Q. M.	F	Q. M.	F
LOCAIS	2	120,723	4,67 *	148,82	378,5 **	0,3961	86,06 **
PARCELAS	9	9,211	0,36	8,30	21,1 **	0,0393	8,54 **
ARVORES	1	4,507	0,17	0,07	0,2	0,0164	3,57
RESIDUO	11	2,351		0,39		0,0046	
TOTAL	23						

B) COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DOS LOCAIS (L) P = PINHAL BONITO; T = TRINITA; M = MANDAÇAIA (*)

L	DAP	L	HT	L	VOL
P	28,2	M	21,95	M	0,65720
M	26,6	P	20,73	P	0,64914
T	21,0	T	13,79	T	0,26681

(*) As barras verticais indicam as faixas de não significação estatística de acordo com o teste de Duncan ao 5%.

5.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

No APÊNDICE III é apresentada a matriz dos coeficientes de determinação (R^2) entre todas as variáveis analisadas no presente trabalho.

5.5.1 Correlações das variáveis de solo

As correlações entre os resultados das análises químicas de vários elementos que foram extraídos por mais de um método analítico indicam que os valores de Ca obtidos por digestão total estão muito correlacionados com os obtidos por extração com ácido cítrico a 1% ($R = 0,977$) e o mesmo acontece com o K obtido por extração com KCl e com ácido cítrico a 1% ($R = 0,955$). Isto justificaria a inclusão de uma só destas análises se assim fosse desejado ou não fosse possível fazer os dois tipos por uma razão qualquer em algum trabalho futuro na mesma região. No caso dos demais elementos, os diferentes métodos analíticos deram resultados pouco correlacionados e a escolha de um ou outro deve depender dos objetivos de cada trabalho particular.

Das 88 variáveis de solo analisadas, as maiores correlações com as variáveis de crescimento foram obtidas entre a CTC, o Al total e a porcentagem de argila no solum. O fato dos solos arenosos do presente trabalho produzirem os piores crescimentos coincide com o observado na distribuição natural da espécie. Das restantes, várias tem sido correlacionadas significativamente com parâmetros de crescimento por outros autores no segundo planalto como o Cu e o Zn do horizonte A (QUINTEROS⁵⁵). Se estes resultados fossem confirmados por pesquisas posteriores, algumas destas variáveis podem chegar

a contribuir para determinar a aptidão florestal dos solos para pinus.

5.5.2 Correlações das variáveis foliares

Não foram encontrados valores de R^2 maiores que 80% entre as variáveis foliares, e também não houveram muitas correlações altas entre os valores do 1º e 2º lançamento, as quais não foram maiores a 90% em nenhum caso. Os maiores R^2 entre valores do 1º e 2º lançamento foram os do K (76%) e do Zn (70,1%) (APÊNDICE III).

Com respeito às correlações entre as variáveis de solo e as variáveis foliares, é possível observar no APÊNDICE III que as maiores correlações entre as concentrações foliares de K e Zn foram com o conteúdo de argila do solum e as concentrações de Al total. Isto coincide com o observado nas variáveis de crescimento e parece indicar que de alguma forma tanto o conteúdo de argila como a concentração de Al no solo estão relacionados com a disponibilidade de K e Zn para os pinus e através disso também com o seu desenvolvimento.

5.5.3 Correlações das variáveis de crescimento.

As correlações entre os valores médios de ICA por parcela no 16º ano de crescimento (que corresponde ao mesmo ano da amostragem foliar) de volume, e altura total com as variáveis foliares mostra que o crescimento no referido ano esteve altamente correlacionado com o K (1º e 2º lanç.) o Zn (1º e 2º lanç.) o Cu (2º lanç.) e o Mg (1º lanç.). Isto confirma a interpretação dos resultados das análises foliares de que a disponibilidade desses elementos condicionou o

crescimento em volume e altura total das árvores nesse ano. As correlações do ICA do DAP no 16º ano de crescimento com as variáveis foliares foram todas muito baixas (nenhum R^2 foi maior a 17%) o que está indicando que o crescimento diametral nesse 16º ano dependeu pouco das limitações nutricionais. A significação biológica dos altos valores de R^2 entre as variáveis foliares e os valores totais de DAP, HT e VOL é questionável. Se fossem tiradas conclusões baseadas apenas nelas, poder-se-ia estar validando a suposição de que a concentração foliar num determinado ano da rotação pode ser um bom índice do crescimento total da árvore, tanto nesse ano como de qualquer outro na rotação. Esta suposição abrange, por sua vez, a possibilidade da existência de uma relação de causalidade entre as concentrações foliares de cada ano (pelo menos as dos nutrientes críticos) e os crescimentos ocorridos em outros anos, o que é difícil de aceitar devido a que as concentrações foliares variam muito de um ano para outro em função das condições climáticas, principalmente as que determinam a disponibilidade de água e a temperatura média anual. É notório que na região do estudo as condições de temperatura e precipitação anual podem variar muito de um ano para outro.

Sob outro ângulo, porém, está o fato de estarmos analisando uma microrregião, dentro da qual não acontecem variações significativas das condições climáticas «dentro de anos». Isto é, se um dado ano é muito seco, o será para os 3 locais considerados da mesma forma, e se houver muita precipitação também afetará os três de igual forma. Isto implica que a relação de crescimento entre os três locais tenderá a manter-se ano após ano. Ou seja, em um ano bom os três

produzirão melhores crescimentos do que em outro ruim, porém o crescimento em Trinita será sempre menor que em Pinhal Bonito ou Mandaçaia devido às limitações nutricionais do Trinita. Num ano ruim os três terão crescimento menor, mas o pior continuará a ser Trinita.

Este raciocínio, que supõe de fato que a interação das características dos locais (tomando como características dos locais só o material de origem, o solo, a topografia e a altitude) com os fatores climáticos dentro da microrregião é baixa, permite explicar porque, se tomarmos num ano "X" uma amostra foliar (o 16º de crescimento por exemplo) as relações entre os locais serão as mesmas ou muito parecidas com as do ano anterior ou posterior, embora as concentrações foliares sejam diferentes. Isto é, o local com maior crescimento esse ano terá as maiores concentrações foliares e aquele com o pior crescimento as menores. Isto faz com que as variações conjuntas (covariâncias) das concentrações foliares e o crescimento entre anos sejam altas, válida a análise das correlações entre as concentrações foliares obtidas um dado ano e os crescimentos ocorridos em outros anos e explica os altos valores de R^2 achados entre algumas variáveis foliares e os crescimentos totais neste estudo.

Coincidentemente, as variáveis foliares que apresentaram os maiores valores de R^2 com os ICA das variáveis de crescimento são as mesmas que apresentaram os maiores R^2 com os valores totais das variáveis de crescimento (TABELA 21) confirmando o raciocínio anterior.

É interessante também destacar o fato de que as variáveis foliares que tiveram os maiores coeficientes de correlação

com os parâmetros de crescimento totais (APÊNDICE III) foram o K, Zn, Mg e Cu. Entre eles, no caso do K e o Mg foi o 1º lançamento que apresentou a maior correlação e no caso do Zn e do Cu foi o 2º lançamento. No caso do Zn isto coincide com o descrito no item 5.3.2, quando se comentou que as diferenças significativas entre locais só aconteceram com o 2º lançamento. Existe alguma evidência na bibliografia (QUINTEROS⁵⁵) de que o crescimento anual dos pinus no segundo planalto estaria mais relacionado com as concentrações foliares do 1º lançamento do que com as do 2º. Na maioria dos nutrientes analisados neste trabalho isto ficou confirmado, embora as correlações fossem quase sempre baixas, mas o caso do Zn e do Cu fazem com que uma generalização a este respeito seja por enquanto precipitada. Fica, porém, a recomendação para futuras pesquisas de levar em consideração este aspecto, afim de confirmar o grau de influência do crescimento de primavera no crescimento anual, já que este fato pode ser relevante para o manejo nutricional dos povoamentos.

No que diz respeito às variáveis de solo, as considerações realizadas com as variáveis foliares são igualmente válidas. O fornecimento de nutrientes vai variar ano após ano segundo as condições climáticas, porém, os solos mais pobres fornecerão sempre menos do que os bons. As maiores correlações das variáveis do solo com as variáveis de crescimento anual e total são apresentadas também na TABELA 21 e correspondem às seguintes variáveis: Argila do horizonte A (Arg-A); Al total no solum (Al2-A; Al2-B e Al2-AB) e CTC do horizonte A (CTC-A).

TABELA 21. VARIÁVEIS SELECIONADAS PARA A ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS.

CÓDIGO DA VARIÁVEL	Resultado ANAVA		Coeficientes de determinação (R²) com:						Maior R² com outra var. selecionada	
	local 1 e/ou 3 > que 2	local 2 > que 1 e/ou 3	DAPm	HTm	VOLm	ICA DAP	ICA HT	ICA VOL	VAR.	R²
CZ-A	S	N	66,4	56,5	58,0	2,3	25,2	28,5	CTC-AB	89,9
CZ-AB	S	N	53,2	51,7	60,7	6,6	4,2	25,0	CTC-AB	71,6
CTC-A	S	N	72,9	58,5	51,5	18,5	24,9	18,9	CTC-AB	92,4
CTC-B	S	N	61,2	49,4	42,5	10,7	33,1	23,8	CTC-AB	85,7
CTC-AB	S	N	67,0	54,8	51,6	23,5	26,1	17,3	CTC-A	92,4
Al+H-B	S	N	23,8	22,0	40,4	18,9	0,0	10,0	Al+H-AB	75,5
Al+H-AB	S	N	6,6	6,5	22,9	24,4	0,5	8,5	Al+H-B	75,5
K1A	S	N	55,7	44,9	28,6	0,9	30,9	22,3	K3A	93,2
P2A	S	N	62,1	29,8	58,2	0,0	32,8	39,8	P2B	96,6
P2B	S	N	60,5	29,4	55,2	0,2	33,2	42,4	P2A	96,6
Mg2A	S	N	43,3	57,4	42,9	1,1	47,9	30,2	K1F	64,1
Al2A	S	N	75,1	62,9	73,7	13,8	35,4	48,1	Al2AB	99,2
Al2B	S	N	77,4	68,6	79,2	2,9	35,3	50,1	Al2AB	99,6
Al2AB	S	N	77,9	67,1	78,6	2,1	36,8	50,5	Al2B	99,6
Zn2A	S	N	56,0	27,9	48,2	0,0	31,3	34,3	P2A	94,8
Zn2B	S	N	48,3	27,6	43,4	0,2	17,2	26,8	Zn2AB	98,6
Zn2AB	S	N	50,4	27,7	44,5	0,2	21,6	29,7	Zn2B	98,6
Fe2A	N	N	52,4	23,4	51,1	0,3	22,1	32,0	P2A	95,9
Fe2B	N	N	56,6	38,7	59,3	0,0	24,5	48,3	Fe2AB	98,1
Fe2AB	N	N	56,2	34,3	57,2	0,1	24,2	43,5	Fe2B	98,1
K3A	S	N	49,9	32,6	39,6	0,3	21,5	18,6	K1A	93,2
K3B	S	N	39,5	18,6	27,3	0,2	26,1	16,1	K3AB	98,5
K3AB	S	N	41,7	21,5	30,4	0,0	17,4	11,7	K3B	98,5
Ca3B	S	N	50,2	12,4	37,5	0,3	26,3	22,5	Mg3B	95,6
Mg3B	N	N	54,1	13,9	44,6	2,8	27,3	9,5	Ca3B	95,6
Mg3AB	S	N	53,8	15,5	44,4	3,1	28,8	12,0	Mg3B	92,5
Arg-A	S	N	84,9	64,4	88,6	8,2	29,5	12,5	Al2AB	94,0
Arg-B	S	N	63,3	64,4	65,1	7,8	28,6	9,7	Arg-AB	99,0
Arg-AB	S	N	69,9	66,0	71,5	8,2	28,7	10,3	Arg-B	99,0
Sil-A	S	N	54,9	31,3	37,9	16,9	9,8	0,3	Sil-AB	98,3
Sil-B	S	N	48,3	28,5	32,4	3,1	23,2	6,4	Sil-AB	99,5
Sil-AB	S	N	50,3	29,4	33,9	5,5	23,6	6,0	Sil-B	99,5
S/A-A	S	N	23,4	9,8	9,0	3,7	46,6	41,4	Sil-AB	81,4
S/A-AB	S	N	37,1	12,1	24,3	4,8	41,0	37,4	Sil-AB	83,2
K1F	S	N	72,4	88,2	75,6	6,4	57,5	60,1	K2F	76,0
K2F	S	N	43,0	65,2	42,8	6,2	33,1	41,3	K1F	76,0
Fe1F	S	N	2,9	22,1	8,9	0,6	0,6	8,5	K2F	33,1
Zn1F	N	N	64,7	38,6	71,2	2,1	33,6	46,9	Mg1F	76,9
Zn2F	S	N	63,5	51,5	62,4	6,5	31,6	41,6	CTC-B	71,3
Cu2F	S	N	64,6	31,1	47,7	0,8	50,9	36,2	CTC-B	73,3
Mg1F	N	N	55,5	36,8	66,0	0,1	22,7	41,4	Zn1F	76,9

A correlação das variáveis de crescimento com a profundidade do horizonte A que já foi observada por QUINTEROS como muito alta, no presente estudo foi muito baixa (todos os R^2 foram menores a 11%). A causa disto pode estar no fato de QUINTEROS ter comparado solos litólicos (nos quais a profundidade do horizonte A limita o desenvolvimento radicular e a disponibilidade de água) com solos profundos, sendo que no presente trabalho todos os solos são profundos.⁵⁵

É interessante o fato de que as correlações das variáveis do solo com os crescimentos anuais são muito menores do que com os crescimentos totais e também na grande maioria das variáveis, a correlação com o crescimento diametral do ano foi bem menor do que com os crescimentos em altura e volume. A causa disto pode ser a idade dos povoamentos e concorda com o fato de que o crescimento em altura é muito mais dependente dos fatores do sítio do que o crescimento em diâmetro. A esta idade do povoamento, com as copas já fechadas, o crescimento diametral que depende do espaço lateral disponível, está reduzido e as diferenças entre locais manifestam-se no crescimento em altura.

5.5.4 Análise de componentes principais

Para a análise de componentes principais (ACP) foram seleccionadas a partir dos resultados das análises de variância e de correlação simples, as variáveis foliares e de solo que são apresentadas na TABELA 21.

O critério de seleção foi o de conservar as variáveis que tivessem valores no local 1 e/ou 3 (Pinhal Bonito e Mandacaiá) maiores ao local 2 (Trinita). Devido ao fato de

crescimento ter sido significativamente superior nos locais 1 (Pinhal Bonito) e 3 (Mandaçala) em relação ao local 2 (Trinita) como discutido adiante, só são de interesse, para efeitos da análise e discussão, as variáveis que diferenciam os locais em concordância com as diferenças de crescimento. Foram eliminadas aquelas que só apresentavam diferenças entre os locais 1 e 3 e não entre os locais 1 e 2 ou 3 e 2. A inclusão destas variáveis poderia interferir nas análises e dificultar a interpretação dos resultados obtidos.

A análise de componentes principais foi feita com o duplo objetivo de ter uma visão mais clara da estrutura da variação das variáveis consideradas como dependentes (foliares e de solo) e de fazer uma seleção de 11 variáveis para a análise de regressão múltipla (HOLLAND³²). Para isto foram feitas duas ACP usando a matriz de correlações. A primeira delas incluiu só as variáveis de solo e a segunda incluiu também as variáveis foliares. Os 9 primeiros autovetores (e_i) e os autovalores (λ_i) e suas percentagens acumuladas de variação nas duas análises são apresentados nas TABELAS 22 e 23 respectivamente.

Em ambos os casos é possível observar que existe colinearidade entre algumas das variáveis já que os autovalores 9 a 34 no primeiro caso e 11 a 41 no segundo são próximos a zero. KENDALL demonstrou que quando existe colinearidade entre as variáveis, não é possível confiar nos coeficientes individuais das equações de regressão que incluam todas as variáveis. Em consequência, para cada autovalor próximo a zero, uma variável pode expressar-se em função das outras variáveis e o número de variáveis pode ser reduzido.³⁷

TABELA 22. PRIMEIROS 9 AUTOVETORES OBTIDOS DA ACP FEITA COM AS VARIÁVEIS DE SOLO E OS AUTOVALORES E PORCENTAGENS ACUMULADAS DA VARIAÇÃO.

VARIÁVEIS		AUTOVETORES									AUTO- VALORES	Porcent. acum. da Variac.
Nº	CODIGO	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	C/A	-.182	-.066	.220	-.086	.077	.120	-.327	.121	.248	21,73	0,639
2	C/AB	-.092	.254	.310	.108	.064	.036	-.185	-.690	-.251	4,73	0,778
3	CTC-A	-.201	-.045	.097	-.093	.167	-.075	-.167	.290	-.234	4,01	0,896
4	CTC-B	-.163	-.072	.107	-.064	.399	-.154	.269	.011	.319	1,41	0,937
5	CTC-AB	-.186	-.119	.160	.014	.243	.021	-.109	.281	-.124	0,95	0,965
6	Al+H-B	-.089	-.113	.392	-.052	.330	.024	.333	-.169	.066	0,56	0,981
7	Al+H-AB	-.035	-.105	.443	-.244	.106	.207	-.068	.206	-.228	0,32	0,990
8	K1A	-.176	-.121	-.077	.376	.129	-.076	-.046	.081	.058	0,18	0,995
9	P2A	-.190	.139	-.135	-.134	.074	.041	.189	-.011	-.119	0,05	0,997
10	P2B	-.189	.161	-.139	-.055	.032	-.043	.052	-.156	.025	0,04	0,998
11	Mg2A	-.139	-.136	.218	.126	-.447	.032	.500	.103	.220	0,02	0,999
12	Al2A	-.199	.116	.080	.037	-.213	.034	-.069	.034	.007	0,00	1,000
13	Al2B	-.195	.119	.118	.078	-.163	.152	-.079	.104	-.123	0,00	1,000
14	Al2AB	-.198	.115	.102	.057	-.169	.110	-.045	.093	-.020	0,00	1,000
15	Zn2A	-.189	.131	-.112	-.144	.126	-.224	.218	-.091	.057	0,00	1,000
16	Zn2B	-.186	.174	-.086	.011	-.059	-.325	-.124	.195	.014	0,00	1,000
17	Zn2AB	-.188	.168	-.094	-.043	-.012	-.324	-.007	.085	.045	0,00	1,000
18	Fe2A	-.174	.182	-.187	-.011	.090	.053	.169	.143	-.403	0,00	1,000
19	Fe2B	-.173	.266	-.019	-.061	.035	.040	.021	-.062	.133	0,00	1,000
20	Fe2AB	-.176	.247	-.073	-.081	.049	.003	.080	-.000	-.050	0,00	1,000
21	K3A	-.167	-.157	.004	.395	.169	-.199	.125	-.087	-.255	0,00	1,000
22	K3B	-.150	-.277	-.083	.284	-.059	.003	-.055	-.064	-.067	0,00	1,000
23	K3AB	-.151	-.262	-.059	.342	.014	.007	-.005	-.069	-.105	0,00	1,000
24	Ca3B	-.174	-.089	-.254	-.090	.085	.185	-.008	-.009	.182	0,00	1,000
25	Mg3B	-.168	-.052	-.254	-.046	.117	.401	-.133	-.153	.089	0,00	1,000
26	Mg3AB	-.175	-.076	-.241	.142	.112	.232	-.102	.016	.056	0,00	1,000
27	Arg-A	-.198	.119	.048	.079	-.059	.326	.079	-.008	.228	0,00	1,000
28	Arg-B	-.180	.162	.170	.133	-.162	-.051	-.114	.021	.081	0,00	1,000
29	Arg-AB	-.188	.159	.140	.099	-.144	.008	-.059	-.005	.165	0,00	1,000
30	S11-A	-.187	-.183	-.013	-.172	-.183	-.112	-.067	-.005	-.090	0,00	1,000
31	S11-B	-.170	-.222	-.028	-.215	-.254	-.067	.073	-.131	-.233	0,00	1,000
32	S11-AB	-.175	-.215	-.018	-.195	-.229	-.062	.016	-.091	-.150	0,00	1,000
33	S/A-A	-.140	-.275	.033	-.252	-.025	-.350	-.341	-.224	.284	0,00	1,000
34	S/A-AB	-.143	-.262	-.134	-.277	-.038	.235	.166	-.125	-.046	0,00	1,000

TABELA 23. PRIMEIROS 9 AUTOVETORES OBTIDOS DA ACP FEITA COM AS VARIÁVEIS DE SOLO E FOLIARES E OS AUTOVALORES E PORCENTAGENS ACUMULADAS DA VARIAÇÃO.

VARIÁVEIS		AUTOVETORES									AUTO- Porcent.
N.	CÓDIGO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	VALOR- acum da
											RES Variap.
1	CZA	-.172	.095	.154	.094	.097	-.005	-.353	-.054	.069	25,147 0,613
2	CZAB	-.095	.339	-.064	.024	.013	-.135	-.036	-.410	-.484	5,542 0,748
3	CTC-A	-.187	.012	.078	.084	.102	-.117	-.217	.242	-.006	4,949 0,869
4	CTC-B	-.173	.014	.101	.033	.262	-.217	.215	.202	.008	1,883 0,915
5	CTC-AB	-.175	.034	.164	.027	.170	-.091	-.199	.216	.026	1,588 0,954
6	Al+H-B	-.092	.213	.267	.058	.302	-.074	.224	.083	-.029	0,834 0,974
7	Al+H-AB	-.039	.243	.284	.228	.227	.136	-.236	.146	.032	0,446 0,985
8	K1A	-.164	-.106	.063	-.337	-.031	-.176	-.023	.034	.072	0,330 0,993
9	P2A	-.176	-.061	-.181	.105	.028	.042	.112	.090	-.044	0,142 0,996
10	P2B	-.175	-.051	-.196	.068	-.037	-.060	.081	-.069	-.007	0,089 0,998
11	Mg2A	-.130	.095	.229	-.034	-.287	.252	.290	.099	.483	0,052 1,000
12	Al2A	-.186	.095	-.049	.037	-.185	.065	-.119	-.021	.037	0,000 1,000
13	Al2B	-.189	.128	-.040	-.008	-.132	.120	-.181	-.001	.040	0,000 1,000
14	Al2AB	-.186	.112	-.043	.009	-.139	.102	-.137	.001	.071	0,000 1,000
15	Zn2A	-.175	-.053	-.158	.141	.022	-.165	.233	.117	-.015	0,000 1,000
16	Zn2B	-.171	-.005	-.175	.056	-.171	-.237	-.077	.185	.057	0,000 1,000
17	Zn2AB	-.173	-.018	-.174	.094	-.124	-.231	.039	.161	.037	0,000 1,000
18	Fe2A	-.161	-.072	-.243	.069	.028	.057	.071	.208	-.115	0,000 1,000
19	Fe2B	-.163	.089	-.229	.094	-.011	-.017	-.003	-.048	-.015	0,000 1,000
20	Fe2AB	-.165	.039	-.239	.096	-.009	-.017	.041	.051	-.050	0,000 1,000
21	K3A	-.155	-.061	.132	-.342	-.019	-.242	.155	.119	-.180	0,000 1,000
22	K3B	-.135	-.185	.195	-.275	-.108	-.013	-.019	-.067	-.017	0,000 1,000
23	K3AB	-.137	-.155	.191	-.327	-.068	-.042	.015	-.039	-.056	0,000 1,000
24	Ca3B	-.157	-.250	-.049	-.001	.067	.102	-.081	-.109	.049	0,000 1,000
25	Mg3B	-.153	-.224	-.084	-.058	.116	.215	-.139	-.262	-.119	0,000 1,000
26	Mg3AB	-.159	-.216	-.054	-.197	.042	.080	-.116	-.112	-.005	0,000 1,000
27	Arg-A	-.187	.081	-.079	-.048	-.024	.206	-.054	-.143	.181	0,000 1,000
28	Arg-B	-.171	.187	-.046	-.011	-.178	-.057	-.132	-.035	.087	0,000 1,000
29	Arg-AB	-.178	.163	-.059	.003	-.148	-.011	-.092	-.066	.118	0,000 1,000
30	S11-A	-.168	-.130	.156	.155	-.129	.035	-.047	.037	-.082	0,000 1,000
31	S11-B	-.152	-.156	.183	.175	-.149	.142	.071	.043	-.193	0,000 1,000
32	S11-AB	-.157	-.147	.181	.163	-.142	.103	.020	.041	-.139	0,000 1,000
33	S/A-A	-.124	-.152	.255	.228	-.035	-.236	-.141	-.082	-.160	0,000 1,000
34	S/A-AB	-.127	-.249	.153	.139	.072	.298	.086	-.022	-.182	0,000 1,000
35	K1F	-.157	.198	.072	.075	-.017	.244	.399	-.000	-.121	0,000 1,000
36	K2F	-.126	.270	.151	.007	-.071	-.064	.229	-.312	-.067	0,000 1,000
37	Fe1F	-.015	.326	.060	-.359	-.235	.139	-.067	.227	-.288	0,000 1,000
38	Zn1F	-.154	.041	-.110	-.081	.399	.269	.014	-.024	.112	0,000 1,000
39	Zn2F	-.160	.136	.008	-.174	.310	-.148	-.053	-.172	.246	0,000 1,000
40	Cu2F	-.181	.101	.037	.048	.064	-.194	.216	-.366	.222	0,000 1,000
41	Mg1F	-.134	.035	-.217	-.263	.245	.240	.058	.206	-.187	0,000 1,000

As 11 variáveis selecionadas foram no primeiro caso: CTC-A; Al₂A; Arg-A; CZ-AB; K₃B; Al+H-AB; Fe₂AB; Mg₂A; Mg₃AB; Fe₂A; P₂A e no segundo caso : CTC-A; Al₂AB; Arg-A; Al+HAB; S/A-AB; CZ-AB; Cu₂F; Fe₁F; Mg₁F; Zn₁F; K₁F.

Na FIGURA 9 foram plotados os valores dos 2 primeiros autovetores obtidos nas duas ACP. Ao se fazer isto, a distancia entre os pontos é proporcional ao grau de diferenciação dos grupos de variáveis. É possível observar assim algumas características da distribuição desses grupos de variáveis e obter maiores informações dos mesmos.

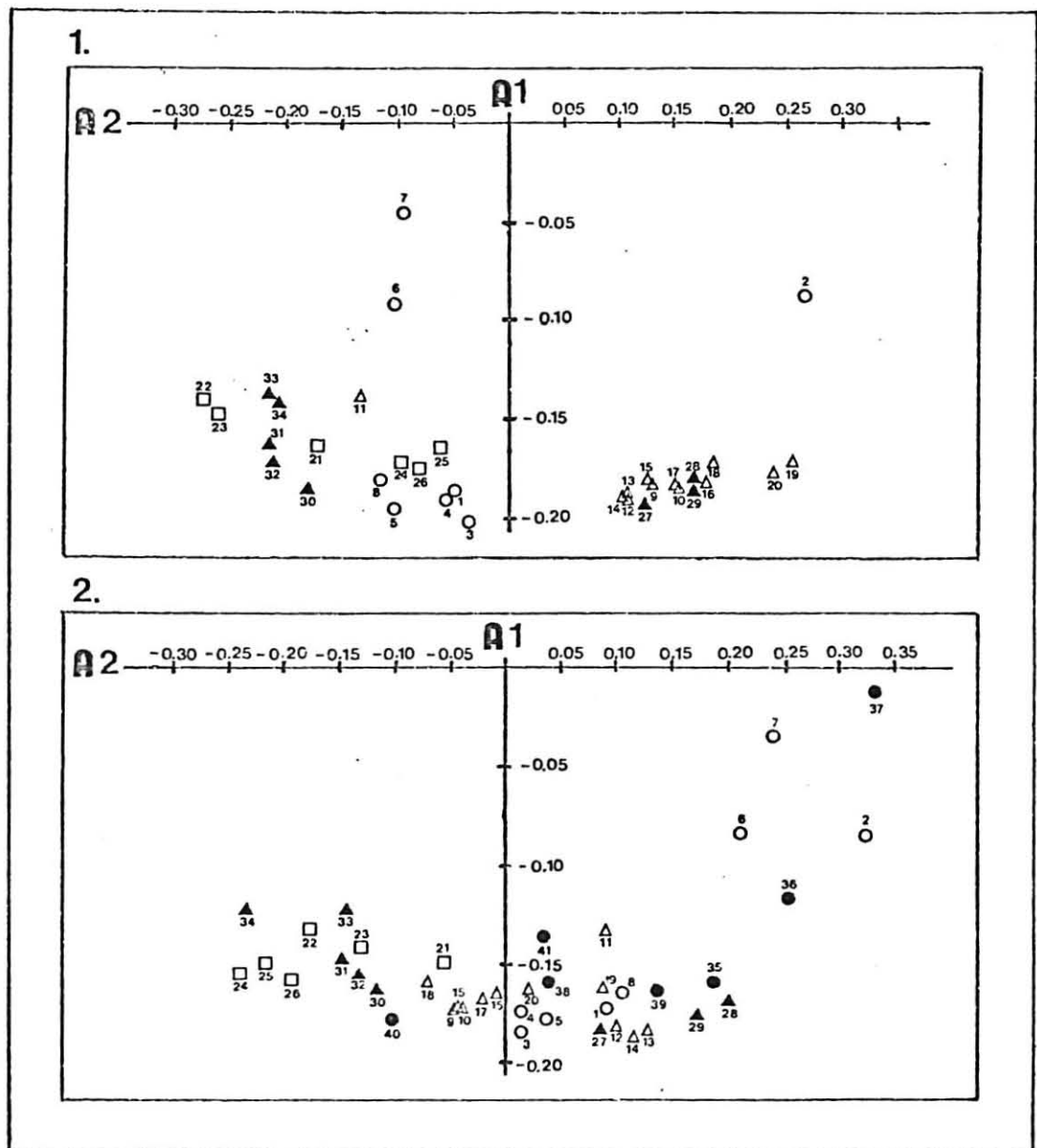
No primeiro caso, observa-se uma separação das variáveis em dois grupos bem definidos. Em um deles à esquerda do eixo vertical estão incluídos os elementos trocáveis, os extraíveis com ácido cítrico a 1% e algumas variáveis físicas de solo (%Silte e S/A). No outro grupo estão os elementos extraídos por digestão total do solo e os conteúdos de argila. Esta distribuição sugere uma relação entre a concentração de argila no solo e os conteúdos totais de alguns elementos, e entre os conteúdos de silte e os elementos trocáveis e extraídos com ácido cítrico a 1% nos solos analisados.

5.5.5 Análises de regressão múltipla

Usando as variáveis selecionadas na ACP como independentes, foram realizadas as análises de regressão múltipla pelo método STEPWISE, usando como variáveis dependentes as seguintes : DAPm; HTm e VOLm . Os modelos resultantes são apresentados na TABELA 24 junto aos seus respectivos R². Foi usado um F de corte de 0,90 de probabilidade.

Dos seis modelos obtidos, os primeiros três apresentados

FIGURA 9. ORDENAMENTO DAS VARIÁVEIS DE SOLO E FOLIARES EM DOIS EIXOS CORRESPONDENTES AOS AUTOVETORES 1 (A1) E 2 (A2), DA PRIMEIRA (1.) E SEGUNDA (2.) ACP REALIZADAS. OS NÚMEROS AO LADO DE CADA PONTO CORRESPONDEM À NUMERAÇÃO DAS VARIÁVEIS, COMO SÃO APRESENTADAS NAS TABELAS 22 E 23. OS SÍMBOLOS INDICAM: ○ : VARIÁVEIS DE SOLO (1-8)
 △ : VARIÁVEIS DE SOLO (9-20)
 □ : VARIÁVEIS DE SOLO (21-26)
 ▲ : VARIÁVEIS FÍSICAS DE SOLO (27-34)
 ● : VARIÁVEIS FOLIARES (35-41)



na TABELA 24, foram ajustados usando só as variáveis de solo. Neles, o ajuste foi bom em todos, embora existam algumas diferenças entre os mesmos. Em todos ficaram incluídas as variáveis Arg-A e CX-AB, sendo esta última a de maior peso no caso do DAPm e da HTm. No caso do VOLm, o Mg total do horizonte A foi a variável de maior peso no modelo, embora não exista muita diferença com as outras três.

Nos outros três modelos, que foram ajustados usando variáveis de solo e foliares os ajustes também foram bons e as variáveis Arg-A e CX-AB também foram incluídas em todos, desta vez junto com o Mg do primeiro lançamento que é a variável de maior peso nos 3 modelos. Este fato apoiado pelas correlações simples indica que o Mg forma parte, também, do grupo de nutrientes que estão afetando o crescimento na região, embora os ANAVA não tenham detectado diferenças nas concentrações foliares do Mg entre os locais no 16º ano de crescimento. A causa disto último pode estar no fato das deficiências no local 2 (Trinita) ser de carácter múltiplo e algumas delas, por ser maiores, estar encobrindo as outras. É interessante destacar que QUINTEROS também encontrou boas correlações entre a concentração do Mg do 1º lançamento e o crescimento em altura do *P. taeda*.⁵⁵

A inclusão das variáveis K1F e Zn1F nos modelos reforça a suposição de que são estes dois elementos os mais deficientes no local 2 (Trinita) e daí a sua relação com os parâmetros de crescimento.

A utilidade do ajuste de modelos de regressão neste trabalho limita-se a melhorar a avaliação das relações entre as variáveis de solo e foliares com o crescimento no 16º ano

TABELA 24. MODELOS AJUSTADOS PARA A ESTIMATIVA DOS PARÂMETROS DE CRESCIMENTO OBTIDOS PELO METODO STEPWISE.

Nº	MODELO	R²	F	Sxy	Sxy%
1	DAPm = 27,01 + 6,6 CXAB + 4,61 Al+H-AB - 1,39 CTC-A + 0,25 K3B - 0,15 Arg-A	96,2	21,10 **	1,100	5,5
2	HDM = -8,16 + 23,6 CXAB + 2,37 Mg2A + 1,56Al+H-AB + 0,06 Mg3AB + 0,03 Fe2A - 0,03 Arg-A	94,2	9,30 **	1,640	8,7
3	VOLm = -0,24 + 0,003 Mg2A + 0,002 Arg-A + 0,001 CXAB - 0,00001 Al2A	94,3	30,26 **	0,006	1,2
4	DAPm = 9,82 + 141,21 Mg1F + 12,96 CXAB + 7,46 S/A-AB - 0,11 Zn1F + 0,004 Arg-A	97,3	43,39 **	0,854	4,3
5	HDM = -6,66 + 261,54 Mg1F + 21,26 K1F + 4,96 CXAB + 3,58 S/A-AB + 1,57 Al+H-AB - 0,29 Zn1F	97,9	36,61 **	0,885	4,7
6	VOLm = -0,38 + 5,59 Mg1F + 0,73 K1F + 0,15 S/A-AB + 0,004 Arg-A + 0,0001 Fe1F	97,9	55,87 **	0,005	0,9

de idade. O uso destes modelos para prognósticos fica restrito à região do estudo e mesmo assim, é necessário estar ciente das restrições que lhes impõe o escasso número de variáveis usadas para o ajuste. Por outro lado, se considerarmos a relativamente estreita base de dados analisada não é razoável esperar que modelos ajustados em outros trabalhos coincidam muito com eles. Na etapa de diagnóstico dentro da qual está incluído este trabalho, é necessário obter quantidades muito grandes de dados para chegar a estabelecer com uma certeza razoável quais são as variáveis que influenciam efetivamente o crescimento e só então começar a ajustar modelos com possibilidades confiáveis de prognóstico.

O fato mais relevante observado neste estudo foi o da

influência indireta do material de origem no crescimento nos três locais. Neste sentido, resultou evidente que o solo sobre arenito produz o pior crescimento, enquanto que solos sobre diabásio e ritmitos produzem crescimentos intermediários ou bons, embora exista uma variabilidade alta dos crescimentos dentro dos solos sobre arenito que estimule futuras pesquisas para seleccionar os melhores dentro deles. Este resultado significa um avanço considerável do ponto de vista da sua utilidade prática, já que é possível afirmar, com base nas evidências obtidas, que no caso de poder escolher entre dois locais na região de estudo, um deles sobre arenito com solos profundos e excessivamente drenados e o outro sobre diabásio ou ritmitos com solos também profundos e bem drenados, deve ser excluído o primeiro para o estabelecimento de povoamentos de *P. taeda* visando a obter o melhor crescimento possível da espécie.

Ficou claro que o material de origem influencia as características dos solos que são determinantes diretas do crescimento das árvores. Porém, não é sempre possível determinar quais destas características tem a maior influência sobre o crescimento. Pelos resultados obtidos neste trabalho, as características dos solos analisados que aparentam estar positivamente relacionadas com o crescimento são a proporção das frações mais finas (silte e argila) no solum, dentro das propriedades físicas e dentro das químicas, os níveis de K (extraível e trocável), de P, Fe e Cu e de Zn totais, a CTC e C%.

As diferentes características dos solos estudados causaram uma variação nos crescimentos que resultou de utilidade

no presente estudo a fim de estabelecer relações entre os fatores de solo e as respostas em crescimento.

Apesar de ser muito frequente em trabalhos desta natureza encontrar melhores correlações do crescimento com as concentrações foliares do que com as variáveis de solos, foram detectadas neste trabalho boas relações desta ordem. Isto indica que uma seleção mais cuidadosa das variáveis de solo a serem analisadas e das técnicas analíticas a usar pode conduzir a resultados que melhorem a capacidade de prognose das análises de solo para fins florestais, permitindo a seleção antecipada dos melhores solos para o estabelecimento das plantações.

A contribuição deste trabalho, no que diz respeito aos subsídios que pode oferecer para os futuros zoneamentos edáficos para plantios florestais, reside em determinar quais variáveis de solo estão relacionadas significativamente ao crescimento do *Pinus taeda*, pelo menos na região do estudo, para que, se confirmadas por pesquisas posteriores, possam ser usadas como critérios para determinar a aptidão florestal para esta espécie, que já estão sendo desenvolvidos no Paraná.

5 CONCLUSÕES

1. Os solos sobre arenito analisados, nos quais predomina a fração areia, apresentam valores menores de acidez trocável e CTC bem como menores conteúdos de carbono (C%), P, K, Mg, Al e Zn obtidos por diferentes processos analíticos, do que os solos com maior teor de argila derivados de diabásio e ritmitos.

2. O crescimento de *P. taeda* nos solos sobre arenito foi significativamente menor do que nos solos derivados de diabásio e ritmitos em diâmetro, altura total e volume.

3. Os *P. taeda* nos solos sobre arenito tiveram, no 16º ano de crescimento, um fornecimento de K, Zn e Cu insuficiente para o desenvolvimento adequado da espécie, caracterizando um estado de deficiência nutricional desses elementos.

SUMMARY

NUTRITIONAL STATUS AND SOIL FACTORS LIMITING *P. taeda* L. GROWTH IN TELEMACO BORBA (PR)

Sixteen-year-old *P. taeda* L. stands growing on soils derived from three different parent materials: diabase, sandstone and ritmit in Telemaco Borba (PR) were selected to relation soil- and needle-characteristics to growth parameters. Twelve plots were randomly established and in each one soil samples from the complete profil were collected. Needle samples were collected from dominant trees and stem analysis was performed on two dominant trees per plot. Soil physical properties were determined in soil samples. Also, soil exchangeable nutrients, pH, CX, total P, K, Ca, Mg, Al, Fe, Cu, Mn, and Zn and extractable K, Ca, Mg, Cu, and Zn were determined in soil samples. Needle contents of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn, and B of the 1st and 2nd growing fluxes were determined. Differences among locals were analyzed through ANOVA and simple correlation analysis. Principal component analysis and STEPWISE regression were performed to study the relations among soil-, needle- and growth-parameters. It was concluded that soils derived from sandstone, with sandy texture, had lower values of exchangeable acidity and Cation-Exchange-Capacity, and lower proportion of CX, P, K, Mg, Al, and Zn than soils derived from diabase and ritmit. Needles of trees growing on soils derived from sandstone showed significantly lower levels of K, Fe, Cu, and Zn than soils derived from diabase and ritmit. Consistently, the growth of *P. taeda* trees on soils derived from sandstone was significantly lower than growth on soils derived from diabase and ritmit.

APÊNDICE I : CLASSIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS PERFIS
ANALISADOS

PERFIL PT-22

Classificação : Latossolo vermelho escuro; dis-trófico, com A moderado;
textura argilosa; relevo forte ondulado;

Localização : Talhão 101. Pinhal Bonito;

Declividade : 20 a 45 % ;

Litologia : diabásio ;

Material originário : intemperismo de diabásio;

Pedregosidade : ligeiramente pedregoso ;

Rochosidade : não rochoso ;

Relevo : forte ondulado ;

uso atual : reflorestamento com P.taeda;

Descrição do perfil:

Horizonte Profundidade Descrição

A1	0 - 18	Bruno avermelhado escuro (2,5 YR 3/4, úmido); moderada/ forte, grande, blocos subangulares; poros muito pequenos/ pequenos comuns, duro, friável, plástico e pegajoso
B1	18 - 38	Vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); moderada/ forte, grande, blocos subangulares, poros muito pequenos/ pequenos comuns, muito dura, friável, plástico e pegajoso
B21	38 - 63	Vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); moderada, pequena/média, blocos subangulares, poros muito pequenos/ pequenos comuns, duro, friável, ligeiramente plástico e pegajoso
B22	63 - 91	Vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); fraca, pequena/ média, maciça que se desfaz em blocos subangulares, poros muito pequenos, macia, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso
B23	91 - 120	Vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); fraca, pequena/ média, maciça porosa que se desfaz em blocos subangulares, poros muito pequenos, ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e pegajoso
B3	120 - 161	Vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); fraca, média/ grande, maciça porosa que se desfaz em blocos subangulares, poros muito pequenos, ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e pegajoso
C1	161 - 205	Vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); duro, firme, ligeiramente plástico e pegajoso
C2	205 - 236	Vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso
C3	236 - 270+	Vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); duro, firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso

Observação: entre o B23 e o B3 linhas de pedras arredondadas \pm 5 - 15 cm (material mesclado cozimento).
No B23 blocos de pedras esparsas.

PERFIL PT-23

Classificação : Latossolo vermelho escuro; distrófico/ epiálico, com A moderado; textura argilosa; relevo ondulado;

Localização : Talhão 101. Pinhal Bonito;

Declividade : 8 a 20 %;

Litologia : diabásio ;

Material originário : intemperismo de diabásio;

Pedregosidade : não pedregoso ;

Rochosidade : não rochoso ;

Relevo : ondulado ;

Uso atual : reflorestamento com P.taeda;

Descrição do perfil:

Horizonte Profundidade Descrição

A1	0 - 11	Bruno avermelhado escuro (2,5 YR 3/4, úmido); moderada/forte, média/ grande, blocos subangulares, poros muito pequenos/ médios, comuns, duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição clara
B1	11 - 29	Vermelho escuro (10 R 3/6, úmido); moderada,média/grande blocos subangulares, poros muito pequenos/ médios, comuns, duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição clara
B21	29 - 54	Vermelho escuro (10 R 3/6 úmido);moderada, média/ grande, blocos subangulares, poros muito pequenos, comuns, ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição clara
B22	54 - 85	Vermelho escuro (10 R 3/6, úmido); moderada, média, maciça porosa que se desfaz em blocos subangulares, poros muito pequenos, muitos, solto, muito friável, não plástico e não pegajoso, transição gradual
B23	85 - 142	Vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); moderada, média/grande, maciça porosa que se desfaz em blocos subangulares, poros muito pequenos, muitos, macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição gradual
B24	142 -162	Vermelho escuro (10 R 3/6, úmido);moderada,pequena/ média, maciça porosa que se desfaz em blocos subangulares, poros muito pequenos, muitos, ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição gradual
B3	162 - 180+	Vermelho escuro (10 R 3/6, úmido); moderada, pequeno, maciça porosa que se desfaz em blocos subangulares, poros muito pequenos, muitos, solto, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso

=====

PERFIL PT-24

Classificação : Latossolo vermelho escuro; distrófico/epieutrófico, com A moderado; textura argilosa; relevo suave ondulado;

Localização : Talhão 102, Pinhal Bonito;

Declividade : 3 a 8 %;

Litologia : diabásio e arenitos ;

Material originário : intemperismo de diabásio e arenitos;

Pedregosidade : não pedregoso ;

Rochosidade : não rochoso ;

Relevo : suave ondulado ;

Uso atual : reflorestamento com P.taeda ;

Descrição do perfil :

Horizonte Profundidade Descrição

A11	0 - 12	Vermelho muito acinzentado (10 R 2,5/2, úmido); moderada, muito pequena/ pequena, blocos subangulares, poros muito pequenos, muitos poros, ligeiramente duro, firme, plástico e ligeiramente pegajoso, transição clara
A12	12 - 31	Vermelho acinzentado (10 R 3/4, úmido); moderada/ forte, pequena/ média, blocos subangulares, poros muito pequenos/ pequenos, muitos poros, muito duro, firme, plástico e pegajoso, transição clara
A3	31 - 57	Vermelho escuro (10 R 3/6, úmido); moderada, pequena/ média, blocos subangulares, poros pequenos/ médios, muitos poros, ligeiramente duro, firme, plástico e pegajoso, transição clara
B1	57 - 79	Vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); moderada, média, blocos subangulares, poros muito pequenos/ pequenos com alguns muito grandes, muitos poros, ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição clara
B21	79 - 121	Vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); moderada, grande, maciça, porosa que se desfaz em blocos subangulares, poros muito pequenos/ pequenos, muitos poros, muito duro, friável, plástico e pegajoso, transição difusa
B22	121 - 157	Vermelho escuro (10 R 3/6, úmido); moderada, pequena/ média, maciça porosa que se desfaz em blocos subangulares, poros muito pequenos/ pequenos, muitos poros, macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição difusa
B23	157 - 230	Vermelho escuro (10 R 3/6, úmido); moderada, média, maciça porosa que se desfaz em blocos subangulares, poros muito pequenos/ pequenos, muitos poros, macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição difusa
B24-B3	230 - 260+	Vermelho escuro (10 R 3/6, úmido); maciça porosa, poros muito pequenos/ pequenos, muitos poros, macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso

Observação: B21 - presença de material transportado dentro de raízes apodrecidas (macroporos)

A11 e A12 - presença de carvão

PERFIL PT-25

Classificação : Podzólico vermelho amarelo cámbico; Tb; álico/ distrófico/ epiálico, com A moderado; textura média; relevo ondulado;

Localização : Talhão 102; Pinhal Bonito ;

Declividade : 8 a 20 % ;

Litologia : diabásio e arenitos ;

Material originário : intemperismo de diabásio e arenitos ;

Pedregosidade : não pedregoso ;

Rochosidade : não rochoso ;

Relevo : ondulado ;

Uso atual : reflorestamento com P.taeda ;

Descrição do perfil :

Horizonte Profundidade Descrição

A11	0 - 8	Castanho avermelhado (5 YR 4/3, úmido); duro, friável, plástico e pegajoso, transição abrupta
A12	8 - 21	Marrom (7,5 YR 5/4, úmido); moderada, pequena/média, blocos subangulares, poros muito pequenos/ pequenos, poros comuns, duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição abrupta
A3	21 - 34	Vermelho amarelado (7,5 YR 5/6, úmido); moderada, média, blocos subangulares, poros muito pequenos/ pequenos, muitos poros, muito duro, friável, plástico e pegajoso, transição clara
B1	34 - 48	Amarelo avermelhado (7,5 YR 6/8, úmido); moderada, média, blocos subangulares, poros muito pequenos, poros comuns, duro, friável, plástico e pegajoso, transição clara
B21	48 - 73	Vermelho amarelado (5 YR 5/8, úmido); moderada, média, blocos subangulares, poros muito pequenos, muitos poros, muito duro, friável, plástico e pegajoso, transição gradual
B22	73 - 102	Vermelho (2,5 YR 5/8, úmido); moderada, média, blocos subangulares, poros muito pequenos, muitos poros, muito duro, friável, plástico e pegajoso, transição gradual
B23	102 - 149	Vermelho (2,5 YR 5/8, úmido); moderada, média, blocos subangulares, poros muito pequenos, muitos poros, muito duro, friável, ligeiramente plástico e pegajoso, transição gradual
B24	149 - 166	Vermelho (2,5 YR 5/8, úmido); moderada, média, blocos subangulares, poros muito pequenos, muitos poros, duro, firme, ligeiramente plástico e pegajoso, transição gradual
B25	166 - 197	Vermelho (2,5 YR 5/8, úmido); moderada, média/ grande, blocos subangulares, poros muito pequenos, muitos poros, duro, firme, ligeiramente plástico e pegajoso, transição gradual
B3	197 - 219	Vermelho claro (2,5 YR 6/8, úmido); moderada, média, blocos subangulares, poros muito pequenos, muitos poros, duro, firme, ligeiramente plástico e pegajoso, transição clara
C1	219 - 237	Vermelho claro (2,5 YR 6/8, úmido); duro, firme, ligeiramente plástico e pegajoso

C2 237 - 255+ Amarelo avermelhado (5 YR 6/8, úmido); duro, firme, ligeiramente plástico e pegajoso

Observação: no B3 ocorrem também poros @ 5 mm
no B24 presença de nódulos (- 5%) de tamanho grande (> 1 cm),
duros, de forma irregular e achatados
em B23, B24 e B25 presença de mosqueado
no A3 poros com @ 5 mm, poucos

PERFIL PT-26

Classificação : Latossolo vermelho escuro; álico/ distrófico/ epiálico,
com A moderado; textura média; relevo ondulado;

Localização : Talhão 102, Pinhal Bonito ;
Declividade : 8 a 20% ;
Litologia : arenito ;
Material originário : intemperismo de arenitos ;
Pedregosidade : não pedregoso ;
Rochosidade : não rochoso ;
Relevo : ondulado ;
Uso atual : reflorestamento com P.taeda ;

Descrição do perfil :

Horizonte Profundidade Descrição

A1	0 - 7	Bruno avermelhado escuro (2,5 YR 3/4, úmido); moderada, pequena/ média, blocos subangulares, poros pequenos, muitos poros, ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e pegajoso, transição abrupta e plana
A3	7 - 17	Bruno avermelhado escuro (2,5 YR 3/4, úmido); moderada, média, blocos subangulares, poros muito pequenos/ pequenos, muitos poros, macio, muito friável, não plástico, ligeiramente pegajoso, transição gradual e plana
B1	17 - 43	Vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); moderada, média, blocos subangulares, poros muito pequenos/ pequenos, muitos poros, duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição gradual e plana
B21	43 - 84	Vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); moderada, média, blocos subangulares, poros muito pequenos/ pequenos, muitos poros, ligeiramente duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso, transição gradual e plana
B22	84 - 119	Vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); moderada, média/ grande, blocos subangulares, poros muito pequenos/ pequenos, muitos poros, ligeiramente duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso, transição gradual e plana
B23	119 - 154	Vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); moderada, média/ grande, blocos subangulares, poros muito pequenos/ pequenos com inclusão de alguns poros médios, muitos poros, duro, friável, plástico e pegajoso, transição gradual e plana
B24	154 - 181	Vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); moderada, média, blocos subangulares, poros muito pequenos/ pequenos, ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e pegajoso, transição clara e plana

B3	181 - 206	Vermelho escuro(2,5 YR 3/6,úmido);moderada,média,blocos subangulares, poros muito pequenos/ pequenos, muitos poros, macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição abrupta e ondulada
C1	206 - 234+	Vermelho amarelado (5 YR 4/6, úmido); duro, firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso

Observação: no B3 presença de nódulos (ferro, manganês ?), com inclusão de material arenoso do horizonte C1, B24, B22 com pequenas inclusões de arenito
no B21 presença de carvão

PERFIL PT-27

Classificação : Podzólico vermelho amarelo; Tb; distrófico/ álico, com A moderado; textura arenosa/média; relevo ondulado ;

Localização : Talhão 131. Trinita Laboratório ;

Declividade : 8 a 20 % ;

Litologia : arenitos ;

Material originário : intemperismo de arenitos ;

Pedregosidade : não pedregoso ;

Rochosidade : não rochoso;

Relevo : ondulado ;

Uso atual : reflorestamento com P.taeda ;

Descrição do perfil :

Horizonte Profundidade Descrição

A1	0 - 6	Vermelho amarelado (5 YR 5/6,úmido);fraca se desfaz em grãos simples , muito pequena/pequena, blocos subangulares, poros muito pequenos , poros comuns , macio, solto, ligeiramente pegajoso, não plástico , transição abrupta e plana.
A3	6 - 21	Vermelho amarelado (5 YR 5/8, úmido); fraca/moderada, pequena/média, blocos angulares/subangulares, poros muito pequenos, poros comuns, macio, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso, transição clara e plana.
B1	21 - 49	Vermelho escuro (2,5 YR 5/6, úmido); fraca/moderada, média, blocos angulares, poros muito pequenos, poros comuns, macio, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso, transição clara e plana.
B21	49 - 75	Amarelo avermelhado (5 YR 6/8, úmido); fraca/moderada, médio, blocos angulares/ sub-angulares, poros muito pequenos, poros comuns, macio, muito friável, não plástico, não pegajoso, transição clara e plana.
B2	75 - 106	Vermelho (2,5 YR 5/8, úmido); fraca/moderada, pequena/média, blocos sub-angulares/ angulares, poros muito pequenos , poros comuns, macio, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso, transição clara e plana.
B23	106 - 142	Amarelo-avermelhado (5 YR 6/8, úmido); moderado, médio, blocos angulares/ sub-angulares, poros muito pequenos/

		pequenos, poros comuns, macio, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso, transição clara e plana.
B24	142 - 175	Vermelho (2,5 YR 5/8, úmido); moderado, média, blocos sub-angulares/ angulares, poros muito pequenos/ pequenos, muitos poros, macio, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso, transição ondulada e clara.
C1	175 - 235+	Vermelho (2,5 YR 5/8, úmido); macio, muito friável, ligeiramente pegajoso, ligeiramente plástico.

Observação: B23 linhas de pedras arredondadas (quartzito ou arenito)

PERFIL PT-28

Classificação : Podzólico vermelho amarelo; Tb; distrófico/ álico, com A moderado; textura arenosa/média; relevo plano ;

Localização : Talhão 131, Trinita Laboratório;

Declividade : 0 a 3 % ;

Litologia : arenitos ;

Material originário : intemperismo de arenitos ;

Pedregosidade : não pedregoso ;

Rochosidade : não rochoso ;

Relevo : plano ;

Uso atual : reflorestamento com P.taeda ;

Descrição do perfil :

Horizonte Profundidade Descrição

A11	0 - 14	Bruno avermelhado escuro (5 YR 3/4, úmido); grãos simples (contribuição de material estranho, superfície irregular), poros muito pequenos, poros comuns/ muitos poros, macio, solto, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso, transição clara.
A12	14 - 27	Bruno avermelhado (5 YR 4/4, úmido); fraco, muito pequena/ pequena, blocos sub-angulares, poros muito pequenos, poros comuns, macio, solto, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso, transição clara.
A3	27 - 43	Bruno avermelhado (5 YR 4/4, úmido); fraco, médio/ grande, blocos sub-angulares, poros muito pequenos, poros comuns, macio, muito friável, não pegajoso, não plástico, transição gradual.
B1	43 - 66	Vermelho (2,5 YR 4/4, úmido); moderado, médio, blocos sub-angulares, poros muito pequenos, poros comuns, macio, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso, transição gradual.
B21	66 - 90	Vermelho (2,5 YR 4/4, úmido); fraco/ moderado, pequeno/ médio, blocos sub-angulares, poros muito pequenos/ pequenos, poros comuns/ muitos, ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso, transição gradual.
B22	90 - 117	Vermelho (2,5 YR 4/6, úmido); fraco, muito pequena/ pequena, blocos sub-angulares, poros muito pequenos,

		poros comuns, ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso, transição gradual.
B23	117 - 168	Vermelho (2,5 YR 4/4, úmido); fraco, muito pequeno/ médio, blocos sub-angulares, poros muito pequenos, poros comuns, ligeiramente duros, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso, transição gradual.
B24	168 - 215	Vermelho (2,5 YR 4/4, úmido); moderado, médio, blocos sub-angulares, poros muito pequenos, muitos poros, ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso, transição gradual.
B3	215 - 245+	Vermelho (2,5 YR 4/4, úmido); moderado/ fraco, pequena/ média, blocos sub-angulares, poros muito pequenos, muitos poros, ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso.

Observação: A11 e A12 - areia lavada formando mosqueado (pouca atividade biológica)

B1 - iluvial de material argiloso

A3 - mosqueado com areia/ argila lavada e matéria orgânica.

PERFIL PT-29

Classificação : Podzólico vermelho amarelo; TYb ; álico/ distrófico, com A moderado; textura arenosa/ média; relevo forte;

Localização : Talhão 131, Trinita Laboratório;

Declividade : 20 a 45 % ;

Litologia : arenitos ;

Material originário : intemperismo de arenitos ;

Pedregosidade : não pedregoso;

Rochosidade : não rochoso ;

Relevo : forte ondulado;

Uso atual : reflorestamento com P.taeda;

Descrição do perfil :

Horizonte Profundidade Descrição

A11	0 - 7	Bruno avermelhado escuro (5 YR 3/4, úmido); areia lavada, fraco, pequeno/ muito pequenos, blocos sub-angulares, poros muito pequenos, poros comuns, macio, muito friável, não plástico, não pegajoso.
A12	7 - 19	Bruno (7,5 YR 4/4, úmido); areia lavada, fraca/ moderada, pequeno, blocos sub-angulares, poros muito pequenos/ pequenos, poros comuns, macio, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso.
A3	19 - 34	Bruno (7,5 YR 4/4, úmido); mesclas de areia lavada formando mosqueado, fraco, pequeno/ médio, blocos sub-angulares, poros muito pequenos, poros comuns, macio, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso.
B1	34 - 60	Vermelho amarelado (5 YR 4/6, úmido); areia lavada (formando mosqueado), fraco, pequena/ médio, blocos sub-angulares, poros muito pequenos, poros comuns, macio, muito friável, não plástico, não pegajoso.

B21	60 - 95	Vermelho amarelado (5 YR 5/6, úmido); fraco/moderado, pequena/média, blocos sub-angulares, poros muito pequenos, poros comuns/ muitos, ligeiramente duro, muito friável, plástico, ligeiramente pegajoso.
B22	95 - 122	Vermelho amarelado (5 YR 5/6, úmido); fraco, pequena/média, blocos sub-angulares, poros muito pequenos, muitos poros, macio, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso.
B3	122 - 155	Vermelho amarelado (5 YR 5/8, úmido); moderado/ fraco, médios, blocos sub-angulares, poros muito pequenos, muitos poros, ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso.
C1	155 - 190	Vermelho amarelado (5 YR 5/6, úmido); macio, muito friável, ligeiramente pegajoso, ligeiramente plástico.
C2	190 - 230+	Vermelho amarelado (5 YR 5/6, úmido); ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso.

=====

PERFIL PT-30

Classificação : Podzólico vermelho amarelo; Tb; álico/ distrófico, com A moderado; textura arenosa/ média; relevo forte ondulado ;

Localização : Talhão 131, Trinita Laboratório;

Declividade : 20 a 45 % ;

Litologia : arenitos ;

Material originário : intemperismo de arenitos ;

Pedregosidade : não pedregoso ;

Rochosidade : não rochoso ;

Relevo : forte ondulado ;

Uso atual : reflorestamento com P.taeda;

Descrição do perfil :

Horizonte Profundidade Descrição

A11	0 - 4	Castanho (7,5 YR 5/4, úmido); fraco que se desfaz em grãos simples, média, granular, poros muito pequenos, poros comuns, macio, muito friável, não pegajoso, não plástico, transição plana e clara
A12	4 - 15	Marrom avermelhado claro (5 YR 6/4, úmido); fraco pequena, subangulares que se desfaz em grãos simples, poros muito pequenos/ pequenos, muitos poros, macio, muito friável, não plástico e não pegajoso, transição plana e clara
A13	15 - 24	Castanho (7,5 YR 5/4, úmido); muito pequena/ pequena, subangulares que se desfaz em grãos simples, poros muito pequenos, poros comuns, macio, muito friável, ligeiramente pegajoso, não plástico, transição ondulada e clara
B1	24 - 34	Vermelho amarelado (5 YR 5/6, úmido); fraco/ moderado, pequena/ média, blocos angulares/ subangulares, poros muito pequenos, muitos poros, macio, friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso, transição

		ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso, transição plana e clara
B21	34 - 49	Vermelho (5 YR 5/6, úmido); fraca/ moderada, pequena/ médio, blocos angulares/ subangulares, poros muito pequenos, muitos poros, macio, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso, transição plana e clara
B22	49 - 82	Amarelo avermelhado (5 YR 6/8, úmido); moderado/ fraco, média, blocos angulares/ subangulares, poros muito pequenos/ pequenos, muitos poros, ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso, transição plana e gradual
B3	82 - 99	Amarelo avermelhado (5 YR 6/8, úmido); moderado/ fraco, médio, blocos subangulares/ angulares, poros muito pequenos, muitos poros, ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso, transição ondulada e gradual
C1	99 - 135	Amarelo avermelhado (5 YR 6/8, úmido); ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso, transição ondulada e clara
C2	135+	Amarelo avermelhado (7,5 YR 7/8, úmido); ligeiramente duro, muito friável, não plástico e não pegajoso

=====

PERFIL PT-31

Classificação : Latossolo vermelho escuro; álico; com A moderado; textura argilosa; relevo suave ondulado;

Localização : Talhão 170. Mandaçaia ;
 Declividade : 3 a 8 % ;
 Litologia : ritmitos;
 Material originário : intemperismo de ritmitos;
 Pedregosidade : não pedregoso ;
 Rochosidade : não rochoso ;
 Relevo : suave ondulado ;
 Uso atual : reflorestamento com P.taeda;

Descrição do perfil :

Horizonte Profundidade Descrição

A1	0 - 12	Vermelho escuro acinzentado(10 R 3/4, úmido); fraca, muito pequena/ pequena, blocos subangulares, muitos poros, poros muito pequenos, duro, friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso, transição plana e clara. Observação: raízes muitas
A3	12 - 39	Vermelho escuro acinzentado (10 R 3/4, úmido); moderada, média/ grande, blocos subangulares, poros muito pequenos, poros comuns, duro, muito friável, plástico, ligeiramente pegajoso, transição plana e clara. Observação: raízes comuns
B1	39 - 58	Vermelho escuro acinzentado (10 R 3/4, úmido); moderado, grande, blocos subangulares, poros muito pequenos, comuns, duro, friável, plástico, pegajoso, transição plana e gradual. Observação: raízes comuns

- B21 58 - 102 Vermelho escuro acinzentado(10 R 3/4, úmido); moderado, grande, blocos subangulares, poros muito pequenos, poros comuns/ muitos, duro, muito friável, ligeiramente plástico, pegajoso, transição ondulada e difusa. Observação: raízes poucas
- B22 102 - 137 Vermelho escuro acinzentado(10 R 3/4, úmido); moderado, médio, blocos subangulares, poros muito pequenos, muitos poros, duro, muito friável, ligeiramente plástico, pegajoso, transição plana e difusa. Observação: raízes poucas
- B23 137 - 176 Vermelho escuro acinzentado(10 R 3/4, úmido); moderado, médio, blocos subangulares, poros muito pequenos, muitos poros, duro, muito friável, ligeiramente plástico, pegajoso, transição plana e difusa. Observação: raízes poucas
- B trado 176 - 226+ Vermelho escuro acinzentado(10 R 3/4, úmido); moderado, média, blocos subangulares, poros muito pequenos, muitos poros, duro, friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso. Observação: raízes poucas

=====

PERFIL PT-32

Classificação : Podzólico vermelho amarelo cámbico; Tb; álico/ distrófico/ epiálico, com A moderado; textura argilosa; relevo ondulado ;

Localização : Talhão 171. Mandacaiá;
 Declividade : 8 a 20 % ;
 Litologia : ritmitos;
 Material originário : intemperismo de ritmitos;
 Pedregosidade : não pedregoso ;
 Rochosidade : não rochoso ;
 Relevo : ondulado ;
 Uso atual : reflorestamento com P.taeda ;

Descrição do perfil :

Horizonte Profundidade Descrição

A11	0 - 13	Bruno avermelhado escuro (5 YR 3/3, úmido); moderado, pequena, blocos subangulares, poros muito pequenos, poucos poros, muito duro, firme, plástico, pegajoso, transição clara e plana. Observação: raízes comuns
A12	13 - 37	Bruno avermelhado escuro (5 YR 3/4, úmido); moderado, pequeno, blocos subangulares, poros muito pequenos, poros comuns, duro, friável, plástico, pegajoso, transição clara e plana. Observação: raízes comuns
A3	37 - 52	Bruno avermelhado (5 YR 4/4, úmido); moderado, pequeno, blocos angulares/ subangulares, poros muito pequenos, poros comuns, duro, muito friável, plástico, pegajoso, transição clara e plana. Observação: raízes comuns
B1	52 - 73	Vermelho (2,5 YR 4/6, úmido); moderado, pequeno, blocos angulares/ subangulares, poros muito pequenos, poucos poros, duro, muito friável, ligeiramente plástico, pegajoso, transição clara e plana. Observação: raízes comuns
B21	73 - 94	Vermelho (2,5 YR 4/6, úmido); moderado, pequeno/ médio,

			blocos subangulares/ angulares, poros muito pequenos, poros poucos, duro, muito friável, plástico, pegajoso, transição gradual e plana. Observação: raízes poucas
B22	95 - 116	Vermelho (2,5 YR 4/8, úmido); moderado, pequena/média, blocos angulares, poros muito pequenos, poros comuns, duro, muito friável, plástico, pegajoso, transição gradual e plana. Observação: raízes poucas	
B23	116 - 135	Vermelho (10 R 4/6, úmido); moderado, pequena/ média, blocos subangulares, poros muito pequenos, poucos poros, duro, muito friável, plástico, pegajoso, transição gradual e plana. Observação: raízes poucas	
B24	135 - 162	Vermelho (10 R 4/6, úmido); moderado, pequena/ média, blocos subangulares, poros muito pequenos, poros comuns, duro, muito friável, ligeiramente plástico, pegajoso, transição plana e gradual. Observação: raízes poucas	
B3	162 - 190+	Vermelho (10 R 4/8, úmido); moderado, médio, blocos subangulares, poros muito pequenos, poucos poros, duro, muito friável, ligeiramente plástico, pegajoso. Observação: raízes poucas	

PERFIL PT-33

Classificação	: Latossolo vermelho escuro; distrófico/ álico ; epiálico, com A moderado; textura argilosa; relevo plano;
Localização	: Talhão 169. Mandagaia;
Declividade	: 0 a 3 % ;
Litologia	: ritmitos;
Material originário	: intemperismo de ritmitos;
Pedregosidade	: não pedregoso ;
Rochosidade	: não rochoso ;
Relevo	: plano;
Uso atual	: reflorestamento com P.taeda ;

Descrição do perfil :

Horizonte Profundidade Descrição

A1	0 - 13	Bruno avermelhado escuro (2,5 YR 3/4, úmido); fraca, blocos subangulares/ granular, poros muito pequenos, muitos poros, ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso, transição plana e clara
A3	13 - 60	Bruno avermelhado escuro (2,5 YR 3/4, úmido); moderado, grande, blocos subangulares, poros muito pequenos, poros comuns, duro, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso, transição plana e gradual
B1	60 - 101	Vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); moderado, grande, blocos subangulares, poros muito pequenos, poros comuns, ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico, pegajoso, transição plana e clara
B21	101 - 158	Vermelho escuro (10 R 3/6, úmido); moderado, média/ grande, blocos subangulares, poros muito pequenos, poros comuns/ poucos, ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico, pegajoso, transição plana e clara
B22	158 - 185+	Vermelho escuro (10 R 3/6, úmido); moderado, médio,

muitos, duro, friável, ligeiramente plástico, pegajoso

Observação: A1 - raizes abundantes

A3 - raizes muitas

B1 - raizes comuns

B21- raizes comuns

B22- raizes poucas

=====

APÊNDICE II : RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS
DOS PERFIS DE SOLO ANALISADOS

PERFIL	HDR.	AREIA %	SILTE %	ARGILA %	SIL/ARG	pH	Al+++ me.%	Ca+Mg me.%	P ppm	K ppm	CZ	H+Al	CTC	S	VZ	m
PT-22	A1	14,4	31,6	54,0	,59	5,1	,00	7,0	1,0	46,0	,70	1,88	8,88	7,0	78,80	,0
	B1	28,8	21,2	50,0	,42	4,8	,00	4,6	1,0	71,0	,90	1,88	6,48	4,6	70,99	,0
	B21	22,7	43,3	34,0	1,27	4,5	,20	3,5	1,0	88,0	,60	2,28	5,78	3,5	60,55	5,4
	B22	32,8	55,2	12,0	4,60	4,4	,00	2,7	1,0	50,0	,40	2,17	4,87	2,7	55,40	,0
	B23	39,1	10,9	50,0	,22	4,4	,20	2,0	1,0	34,0	,30	2,07	4,07	2,0	49,10	9,1
	B3	31,6	14,4	54,0	,27	4,4	,20	1,6	1,0	6,0	,30	1,97	3,57	1,6	44,80	11,1
	C1	32,7	33,3	34,0	,98	4,2	1,20	3,2	1,0	9,0	Tr.	2,89	6,09	3,2	52,50	27,3
	C2	21,6	34,3	44,0	,78	4,2	2,00	2,0	1,0	12,0	Tr.	3,67	5,67	2,0	35,20	50,0
	C3	31,4	44,6	24,0	1,86	4,1	2,40	3,6	1,0	10,0	Tr.	4,44	8,04	3,6	42,80	40,0
PT-23	A1	32,0	22,0	46,0	,48	4,7	,00	6,2	1,0	25,0	1,50	2,28	8,48	6,2	73,10	,0
	B1	29,0	15,0	56,0	,27	4,3	,70	2,0	1,0	13,0	1,20	2,50	4,50	2,0	44,40	25,9
	B21	25,6	20,4	54,0	,38	4,4	,50	1,9	1,0	5,0	1,00	2,28	4,18	1,9	45,40	20,8
	B22	25,4	16,6	58,0	,29	4,5	,00	2,1	1,0	6,0	,60	2,07	4,17	2,1	50,40	,0
	B23	27,8	20,2	52,0	,39	4,7	,00	1,7	1,0	7,0	,40	1,71	3,41	1,7	49,80	,0
	B24	24,6	19,4	56,0	,35	4,7	,00	1,6	1,0	4,0	,30	1,63	3,23	1,6	49,50	,0
	B3	28,4	17,6	54,0	,35	4,8	,00	1,9	1,0	4,0	,30	1,41	3,31	1,9	57,40	,0
PT-24	A11	30,8	33,2	36,0	,92	5,1	,00	7,8	1,0	95,0	2,30	2,28	10,10	7,8	77,20	,0
	A12	32,0	32,0	36,0	,89	5,5	,00	7,0	1,0	41,0	1,60	1,55	8,55	7,0	81,90	,0
	A3	34,8	19,2	46,0	,42	4,2	,90	2,6	2,0	42,0	1,20	3,03	5,63	2,6	46,20	25,7
	B1	31,6	18,4	50,0	,37	4,1	1,30	1,9	1,0	45,0	1,00	3,33	5,23	1,9	36,30	40,6
	B21	35,6	20,4	44,0	,46	4,2	,80	1,4	1,0	79,0	,40	2,50	3,90	1,4	35,90	36,4
	B22	28,4	25,6	46,0	,56	4,4	,00	1,5	1,0	60,0	,40	1,97	3,47	1,5	43,20	,0
	B23	24,4	29,6	46,0	,64	4,3	,00	1,5	1,0	36,0	,20	1,88	3,38	1,5	44,40	,0
	B24	23,2	28,8	48,0	,60	4,3	,30	1,2	1,0	26,0	,10	1,71	2,91	1,2	41,20	20,0
PT-25	A11	28,0	40,0	32,0	1,25	3,7	3,50	1,1	4,0	23,0	2,20	9,52	10,60	1,1	10,40	76,1
	A12	34,0	40,0	26,0	1,11	3,8	3,20	1,4	2,0	21,0	1,80	5,91	7,31	1,4	19,10	69,6
	A3	28,8	39,2	32,0	1,22	3,9	2,30	1,0	1,0	10,0	1,70	5,37	6,37	1,0	15,70	69,7
	B1	35,8	26,2	38,0	,69	4,0	1,90	1,2	1,0	8,0	,80	3,33	4,53	1,2	26,50	61,3
	B21	36,4	27,6	36,0	,77	4,1	1,30	1,3	1,0	7,0	,50	2,75	4,05	1,3	32,10	50,0
	B22	12,8	51,2	36,0	1,42	4,2	1,00	1,1	1,0	11,0	,40	2,17	3,27	1,1	33,60	47,6
	B23	26,4	37,6	36,0	1,04	4,1	1,40	1,1	1,0	17,0	,10	2,28	3,38	1,1	32,50	56,0
	B24	32,4	29,6	38,0	,78	4,1	1,60	1,0	1,0	33,0	,10	2,28	3,28	1,0	30,50	40,1
	B25	28,8	41,2	30,0	1,37	4,0	2,20	1,0	1,0	15,0	,10	2,50	3,50	1,0	28,60	69,7
	B3	16,0	54,0	30,0	1,80	4,0	2,00	1,2	1,0	7,0	,10	2,50	3,70	1,2	32,40	62,5
	C1	32,0	36,0	32,0	1,12	4,0	2,80	1,2	1,0	6,0	,10	3,33	4,53	1,2	26,50	70,0
	C2	34,4	41,6	24,0	17,30	4,0	2,80	1,6	1,0	7,0	,10	3,33	4,93	1,6	32,40	63,6
PT-26	A1	64,8	11,2	24,0	,47	3,7	2,20	2,0	4,0	30,0	1,70	7,14	9,14	2,0	21,90	52,4
	A3	64,0	14,0	22,0	,64	3,9	2,20	1,0	2,0	14,0	1,20	4,88	5,88	1,0	17,00	68,7
	B1	65,2	12,8	22,0	,58	3,9	1,80	1,1	1,0	6,0	,70	4,03	5,13	1,1	21,40	62,1
	B21	61,0	11,0	28,0	,39	3,9	1,80	1,2	1,0	4,0	,60	3,67	4,87	1,2	24,60	60,0
	B22	55,8	16,2	28,0	,58	4,0	1,60	1,3	1,0	6,0	,40	3,03	4,33	1,3	30,00	55,2
	B23	55,4	12,6	32,0	,39	4,1	1,00	1,4	1,0	10,0	,30	2,28	3,68	1,4	38,00	41,7
	B24	53,2	16,1	30,0	,54	4,1	1,20	2,1	1,0	16,0	,10	2,75	4,85	2,1	43,30	36,4
	B3	62,6	13,4	24,0	,56	4,1	1,50	,8	1,0	23,0	,20	2,28	3,08	,8	26,00	65,2
	C1	37,1	44,9	18,0	2,49	4,0	2,50	1,5	1,0	7,0	,10	3,67	5,17	1,5	29,00	62,5
PT-27	A1	86,0	4,0	10,0	,40	3,6	1,10	1,3	3,0	7,0	,70	2,75	4,05	1,3	32,10	45,8
	A3	84,4	4,6	14,0	,33	4,0	,70	1,1	1,0	2,0	,10	1,71	2,81	1,1	39,10	38,9
	B1	79,8	6,2	14,0	,44	4,2	,50	,4	1,0	2,0	,10	1,55	1,95	,4	20,50	55,5
	B21	78,2	3,8	18,0	,21	4,1	,60	1,4	1,0	4,0	,20	1,71	3,11	1,4	45,00	30,0
	B22	76,0	6,0	18,0	,33	4,2	,50	1,2	1,0	2,0	,10	1,41	2,61	1,2	46,00	29,4
	B23	76,8	5,2	18,0	,29	4,2	,30	,3	1,0	1,0	,10	1,35	1,65	,3	18,20	50,0
	B24	77,6	6,4	16,0	,40	4,1	,70	1,5	1,0	2,0	,10	1,41	2,91	1,5	51,50	31,8
	C1	77,2	8,8	14,0	,63	4,1	1,00	,4	1,0	3,0	,10	1,41	1,81	,5	27,60	71,4

PERFIL	HOR.	AREIA %	SILTE %	ARGILA %	SIL/ARG	pH	Al+++ me.%	Ca+Mg me.%	P ppm	K ppm	CZ	H+Al	CTC	S	VZ	#
PT-28	A11	82,8	5,2	12,0	,43	3,9	1,00	1,2	1,0	4,0	,70	2,28	3,48	1,2	34,50	45,4
	A12	80,2	5,8	14,0	,41	4,0	,80	1,2	1,0	4,0	,30	2,07	3,27	1,2	36,70	40,0
	A3	83,0	5,0	12,0	,42	4,0	,70	,7	1,0	4,0	,40	1,88	2,58	,7	27,10	50,0
	B1	77,4	6,6	16,0	,41	4,1	,50	,3	1,0	3,0	,30	1,71	2,01	,3	14,90	62,5
	B21	75,0	9,0	16,0	,56	4,1	,50	1,2	1,0	2,0	,40	1,55	2,75	1,2	43,60	29,4
	B22	75,8	8,2	16,0	,51	4,2	,40	,9	1,0	2,0	,30	1,55	2,45	,9	36,70	30,8
	B23	73,4	8,6	16,0	,54	4,2	,40	,8	1,0	2,0	,20	1,48	2,28	,8	35,10	33,3
	B24	72,8	7,2	18,0	,40	4,3	,30	,5	1,0	4,0	,20	1,41	1,91	,5	26,20	37,5
	B3	73,0	7,0	20,0	,35	2,3	,20	,9	1,0	1,0	,10	1,29	2,19	,9	41,10	18,2
PT-29	A11	84,0	2,0	14,0	,14	3,6	1,40	1,0	2,0	7,0	,80	3,67	4,67	1,0	21,40	58,3
	A12	84,0	2,0	14,0	,14	4,0	1,00	,9	1,0	4,0	,20	2,50	3,40	,9	26,50	52,6
	A3	79,2	6,8	14,0	,49	4,0	,80	,9	1,0	3,0	,30	2,07	2,97	,9	30,30	47,1
	B1	80,2	3,8	16,0	,24	4,1	,60	,2	1,0	4,0	,30	1,71	1,91	,2	10,50	75,0
	B21	75,0	9,0	16,0	,56	4,1	,70	,8	1,0	2,0	,30	1,88	2,68	,8	29,80	46,7
	B22	74,4	7,6	18,0	,42	4,2	,60	,6	1,0	2,0	,20	1,79	2,39	,6	25,10	50,0
	B3	74,2	7,8	18,0	,43	4,2	,50	,2	1,0	2,0	,20	1,48	1,68	,2	11,90	71,4
	C1	75,0	11,0	14,0	,79	4,2	,80	,5	1,0	2,0	Tr.	1,41	1,91	,5	26,18	38,5
	C2	77,6	12,4	10,0	1,24	4,1	,80	,7	1,0	2,0	,10	1,55	2,25	,7	31,11	53,5
PT-30	A11	87,0	3,0	10,0	,30	3,5	1,20	1,0	2,0	8,0	,60	3,33	4,33	1,0	23,09	54,5
	A12	82,8	3,2	14,0	,23	4,0	1,20	1,2	2,0	5,0	,50	2,39	3,59	1,2	33,43	50,0
	A13	83,8	4,2	12,0	,35	4,0	1,10	1,1	1,0	4,0	,50	2,29	3,39	1,1	32,45	50,0
	B1	79,8	8,2	12,0	,68	4,1	1,00	,8	1,0	3,0	,30	2,28	3,08	,8	25,97	55,5
	B21	77,2	6,8	16,0	,43	4,1	,80	,4	1,0	3,0	,20	1,88	2,28	,4	17,54	66,7
	B22	74,2	9,8	16,0	,61	4,1	,80	1,0	1,0	3,0	,30	1,88	2,88	1,0	34,72	44,4
	B3	74,8	9,2	16,0	,58	4,1	,90	,8	1,0	2,0	,20	1,88	2,68	,8	29,85	52,9
	C1	74,0	12,0	14,0	,86	4,1	1,00	,7	1,0	2,0	,10	1,79	2,49	,7	28,11	58,8
	C2	74,2	11,8	14,0	,84	4,1	1,10	,4	1,0	4,0	,10	1,55	1,95	,4	20,51	73,3
PT-31	A1	49,6	8,4	42,0	,20	3,7	2,30	,8	1,0	17,0	1,80	6,50	7,30	,8	10,96	74,2
	A3	46,0	8,0	46,0	,17	4,0	1,40	,7	2,0	13,0	1,30	4,03	4,73	,7	14,80	66,7
	B1	47,0	9,0	44,0	,20	4,0	1,10	,7	1,0	7,0	1,00	3,67	4,37	,7	16,02	61,1
	B21	45,2	6,8	48,0	,14	4,1	1,00	,9	1,0	5,0	,80	3,03	3,93	,9	22,90	52,6
	B22	41,8	8,2	50,0	,16	4,2	,50	,4	1,0	3,0	,60	2,50	2,90	,4	13,79	55,5
	B23	40,2	7,8	52,0	,15	4,5	,00	,8	1,0	6,0	,40	1,71	2,51	,8	31,87	,0
	Trado	40,4	7,6	52,0	,15	4,6	,00	,9	1,0	21,0	2,30	1,85	2,75	,9	32,73	,0
PT-32	A11	56,2	11,8	32,0	,37	3,7	2,40	,9	2,0	17,0	1,40	5,91	6,81	,9	13,21	72,7
	A12	53,2	12,8	34,0	,38	3,9	1,90	,7	1,0	11,0	1,10	4,23	4,93	,7	14,20	73,1
	A3	52,8	15,2	32,0	,47	4,0	1,70	1,0	1,0	7,0	,60	3,50	4,50	1,0	22,22	63,0
	B1	24,8	33,2	42,0	,79	4,0	1,20	,6	1,0	5,0	,60	3,03	3,63	,6	16,53	66,7
	B21	51,0	15,0	34,0	,44	4,1	1,00	,8	1,0	4,0	,40	2,62	3,42	,8	23,39	55,5
	B22	48,8	13,2	38,0	,35	4,1	,80	,7	1,0	4,0	,40	2,28	2,98	,7	23,49	53,3
	B23	49,6	12,4	38,0	,33	4,2	,50	,7	1,0	3,0	,40	2,28	2,98	,7	23,49	41,7
	B24	46,0	14,0	40,0	,35	4,2	,50	,8	1,0	5,0	,20	1,88	2,68	,8	29,85	38,5
	B3	49,4	14,6	36,0	,40	4,2	,50	,8	1,0	5,0	,20	1,71	2,51	,8	31,87	38,5
PT-33	A1	55,4	10,6	34,0	,31	3,5	2,90	1,1	3,0	17,0	1,60	9,51	10,61	1,1	10,37	72,5
	A3	54,2	11,8	34,0	,35	3,9	1,30	,5	1,0	6,0	,90	3,67	4,17	,5	11,99	72,2
	B1	50,2	9,8	40,0	,24	4,0	1,00	,7	1,0	4,0	,60	2,75	3,45	,7	25,45	58,8
	B21	49,6	10,4	40,0	,26	4,2	,50	,7	1,0	3,0		2,50	3,20	,7	21,87	41,7
	B22	48,4	9,6	42,0	2,19	4,3	,20	,8	1,0	4,0		1,88	2,68	,8	29,85	20,0

APÊNDICE III : COEFICIENTES DE DETERMINAÇÃO (\tilde{R}^2) ENTRE
AS VARIÁVEIS ANALISADAS

VARS.	Zn2-A	Zn2-B	Zn2-AB	Ca3-A	Ca3-B	Ca3-AB	Mg3-A	Mg3-B	Mg3-AB	K3-A	K3-B
P1-A	25,3	12,4	33,2	51,4	21,0	12,5	15,7	56,9	20,9	4,5	51,4
P1-B											
P1-AB	12,3	11,2	26,1	33,9	5,8	14,6	36,8	14,7	9,8	3,6	17,5
K1-A	4,2	2,6	12,8	12,5	12,5	32,8	6,5	25,8	18,7	18,9	18,6
K1-B	6,9	19,8	2,5	16,3	24,7	62,5	12,7	3,6	32,6	68,7	26,3
K1-AB	18,7	14,3	3,8	17,5	6,4	42,1	33,5	23,9	5,7	25,9	24,5
Ca+Mg-A	13,2	25,8	4,6	23,6	15,8	38,5	12,4	14,6	15,8	45,8	26,0
Ca+Mg-B	29,5	14,7	12,5	2,5	5,4	9,4	26,8	25,8	33,5	62,5	36,9
Ca+Mg-AB	15,6	23,6	10,0	12,7	26,9	16,7	61,5	24,7	26,3	22,6	59,6
CZ-A	32,0	31,5	9,3	5,6	38,4	2,4	52,3	3,9	58,4	31,5	63,8
CZ-B	21,8	21,4	12,5	8,9	25,5	25,7	11,7	12,8	41,8	9,8	18,7
CZ-AB	22,3	15,2	26,8	19,3	62,5	34,6	42,5	24,8	62,8	10,8	48,2
A11-A	54,2	13,2	25,6	28,7	11,2	9,8	23,6	22,6	39,6	25,9	36,9
A11-B	13,1	16,4	21,4	13,0	36,9	57,9	35,1	24,5	14,7	24,6	65,0
A11-AB	24,8	21,0	12,5	20,0	25,4	61,2	16,8	36,0	15,9	36,0	24,5
A1+H-A	12,4	53,4	14,6	62,5	16,9	13,8	25,4	49,6	68,5	59,8	1,2
A1+H-B	32,5	36,2	35,8	15,9	18,9	25,6	21,3	17,8	13,9	33,1	36,2
A1+H-AB	26,4	28,6	26,5	50,0	13,5	5,5	11,5	49,8	26,8	65,9	8,9
pH-A	54,7	14,5	20,0	23,6	8,4	18,7	36,5	36,9	,2	21,4	26,3
pH-B	25,6	26,5	18,5	24,5	41,5	24,9	21,5	56,2	21,5	12,8	24,5
pH-AB	26,4	21,5	2,8	21,3	19,8	17,8	10,0	17,4	3,6	5,9	65,3
CTC-A	14,0	36,2	11,4	14,5	3,6	26,9	9,2	29,0	15,9	9,2	34,5
CTC-B	39,7	25,1	23,6	36,8	18,7	23,4	61,8	15,2	24,7	29,8	16,9
CTC-AB	21,1	31,3	25,8	10,1	25,6	35,6	15,2	8,6	9,8	7,7	26,9
S-A	13,2	24,3	4,6	23,6	15,8	38,5	12,4	14,6	15,8	45,8	26,0
S-B	29,5	14,7	12,5	2,5	5,4	9,4	26,8	25,8	33,5	62,5	36,9
S-AB	15,6	23,6	10,0	12,7	26,9	16,7	61,5	24,7	26,3	22,6	59,6
VZ-A	18,4	2,5	51,4	22,6	13,5	37,4	21,3	24,1	12,5	12,0	24,0
VZ-B	37,1	12,8	26,3	18,9	24,7	26,9	3,4	5,6	26,9	28,5	33,6
VZ-AB	29,8	16,3	14,7	32,6	26,9	25,8	18,7	36,9	35,8	13,8	24,5
n-A	19,2	10,5	24,5	14,8	33,8	34,1	22,6	18,8	6,6	48,9	12,0
n-B	5,3	3,8	12,8	26,4	2,5	15,9	32,2	24,5	18,7	12,5	6,5
n-AB	6,2	12,5	23,6	18,8	19,6	25,0	12,4	26,9	28,5	9,0	19,6
P2-A	12,4	21,4	34,2	2,6	61,5	12,4	26,9	8,8	29,9	37,5	8,9
P2-B	2,3	15,6	18,6	6,9	19,5	35,5	35,7	75,9	5,6	60,1	35,6
P2-AB	5,2	23,5	8,5	5,7	33,4	14,6	25,8	26,9	18,6	25,8	15,9
K2-A	7,9	34,5	18,9	15,6	26,4	13,4	24,5	25,5	24,5	26,9	24,8
K2-B	18,2	4,9	22,4	32,6	12,8	25,8	2,6	61,8	65,8	39,6	25,6
K2-AB	10,4	14,2	26,5	22,5	29,6	32,6	31,5	14,4	28,9	47,8	22,0
Ca2-A	25,3	1,3	34,5	45,6	8,8	21,4	17,4	37,5	33,6	26,5	34,7
Ca2-B	50,2	2,6	29,6	39,6	18,9	18,6	29,8	8,6	15,6	39,6	49,5
Ca2-AB	45,2	9,6	28,0	51,3	60,2	24,5	39,8	29,7	24,5	58,3	26,9
Mg2-A	18,5	22,5	31,6	18,9	37,4	55,4	46,8	27,8	16,3	75,8	8,5
Mg2-B	19,6	16,4	12,0	36,9	5,2	27,0	21,0	65,9	28,9	15,9	72,1
Mg2-AB	22,1	23,6	23,8	24,8	23,1	10,2	18,0	21,8	3,6	56,9	26,9
Fe2-A	3,2	22,4	14,7	9,8	36,9	7,5	59,6	22,4	15,6	49,6	25,8
Fe2-B	7,1	15,6	12,8	45,8	17,4	18,4	32,6	69,8	62,0	9,8	22,3
Fe2-AB	2,5	5,1	3,2	21,5	48,6	26,9	58,4	15,0	24,5	18,5	39,8
A12-A	16,5	52,9	15,6	23,6	34,8	32,4	5,7	6,7	58,2	7,6	49,6
A12-B	14,2	6,7	33,6	66,6	26,7	12,0	18,6	54,8	49,3	28,6	53,9
A12-AB	13,8	23,9	21,6	1,9	16,9	44,1	62,3	13,8	26,9	24,6	24,8
Mn2-A	14,8	24,6	16,0	7,5	21,5	26,3	20,3	24,5	24,8	9,7	26,3
Mn2-B	14,9	15,8	26,3	24,7	56,9	35,1	36,4	26,9	48,5	65,8	54,9
Mn2-AB	15,0	16,7	18,9	16,9	12,7	27,4	24,8	12,7	26,9	26,3	26,9
Cu2-A	13,5	18,9	11,8	24,5	5,8	22,1	39,5	27,7	62,3	39,6	36,9
Cu2-B	2,5	7,2	24,5	18,8	9,3	2,6	15,8	26,9	1,2	54,2	24,5
Cu2-AB	9,5	5,6	16,5	17,6	11,8	3,5	13,6	12,4	23,6	12,4	69,2
Zn2-A		27,6	13,6	30,5	26,9	34,8	31,5	5,8	25,6	10,5	16,5
Zn2-B			37,5	62,8	62,5	26,3	42,5	25,7	62,8	28,6	5,2
Zn2-AB				15,6	25,8	22,2	12,6	10,1	21,8	36,5	31,6

VARS.	K3-AB	Zn3-A	Zn3-B	Zn3-AB	Cu3-A	Cu3-B	Cu3-AB	Arg-A	Arg-B	Arg-AB	Si1-A
P1-A	21,6	3,2	51,4	12,5	51,2	2,3	5,1	7,3	5,5	9,3	20,1
P1-B											
P1-AB	17,8	26,9	26,3	32,4	24,5	33,6	2,6	9,1	25,6	54,2	12,5
K1-A	5,8	54,8	52,3	51,2	12,5	21,5	36,9	33,5	65,3	12,5	26,3
K1-B	65,9	49,6	3,5	69,8	36,9	24,5	35,7	26,0	48,2	26,9	25,8
K1-AB	25,9	12,5	12,3	41,5	45,0	42,8	46,2	2,6	13,6	35,6	45,8
Ca+Hg-A	76,8	36,9	62,3	32,6	32,3	1,2	20,1	3,9	9,6	62,5	16,3
Ca+Hg-B	69,2	54,8	49,3	12,0	23,6	62,5	9,3	8,6	62,5	45,8	3,6
Ca+Hg-AB	12,3	2,5	61,3	2,6	36,9	2,3	35,0	34,5	34,5	26,9	25,9
CX-A	36,8	36,9	7,8	15,3	4,0	33,5	24,5	69,5	52,3	62,5	9,3
CX-B	89,6	24,8	2,1	3,9	36,7	26,3	25,5	25,6	49,6	15,8	56,2
CX-AB	24,5	66,9	26,8	14,5	63,5	68,5	5,5	21,6	15,5	24,5	24,8
A11-A	21,6	54,7	39,5	75,2	68,3	59,6	63,4	36,9	53,6	32,5	5,3
A11-B	69,3	26,8	46,0	17,7	15,3	4,0	42,1	48,5	32,4	58,0	57,2
A11-AB	2,5	42,6	24,8	8,8	75,2	45,2	48,5	9,6	62,5	75,2	26,9
A1+H-A	36,5	24,5	57,4	32,6	64,1	24,5	2,5	18,9	15,8	25,6	2,3
A1+H-B	5,4	36,9	72,9	59,6	36,5	27,8	23,6	59,8	25,6	48,5	62,3
A1+H-AB	16,8	65,7	24,9	38,2	23,6	56,0	52,4	69,2	18,5	86,2	12,8
pH-A	24,5	51,2	16,9	26,5	35,2	36,2	44,2	13,6	3,6	36,2	16,2
pH-B	66,9	2,6	35,9	24,1	12,6	24,1	23,6	36,9	6,2	26,3	24,5
pH-AB	32,5	32,5	24,6	12,5	15,5	12,3	12,0	65,4	9,5	25,4	75,2
CTC-A	21,0	16,8	62,3	26,3	26,3	16,3	23,8	45,8	15,8	28,9	15,8
CTC-B	25,6	32,4	32,4	36,5	75,2	24,0	15,8	42,0	63,2	24,5	65,2
CTC-AB	32,4	54,7	25,9	25,8	44,2	25,8	56,3	36,2	10,2	26,5	48,3
S-A	76,8	36,9	62,3	32,6	32,3	1,2	20,1	3,9	9,6	62,5	16,3
S-B	69,2	54,8	49,3	12,0	23,6	62,5	9,3	8,6	62,5	45,8	3,6
S-AB	12,3	2,5	61,3	2,6	36,9	2,3	35,0	34,5	34,5	26,9	25,9
VZ-A	33,5	21,4	13,0	26,3	22,4	22,4	25,3	32,5	35,5	26,3	25,4
VZ-B	28,9	39,8	29,6	35,4	54,1	25,6	24,5	26,9	26,3	5,2	21,4
VZ-AB	65,8	53,8	69,5	28,0	26,3	5,3	13,6	2,8	52,3	12,5	32,5
M-A	24,6	62,3	51,2	48,9	24,0	1,5	19,5	15,3	48,5	6,8	24,3
M-B	66,9	34,7	31,6	65,2	58,6	25,8	28,9	36,2	32,6	32,5	22,0
M-AB	5,8	32,0	52,0	56,3	,6	26,3	46,9	24,5	26,5	23,6	12,3
P2-A	32,6	5,6	47,2	24,7	28,1	22,3	36,5	25,1	20,2	23,2	,5
P2-B	24,6	17,4	26,9	26,5	23,6	24,5	2,5	32,1	28,3	29,0	5,2
P2-AB	23,1	32,0	62,4	66,9	1,3	12,6	24,5	15,7	21,0	18,3	1,2
K2-A	69,5	65,9	21,4	45,7	62,0	18,6	22,3	19,7	22,0	20,0	14,0
K2-B	71,2	33,6	16,3	52,3	23,6	3,6	14,5	21,3	25,3	24,2	10,3
K2-AB	9,8	54,8	7,4	12,0	12,0	25,3	2,6	22,1	27,1	25,7	9,2
Ca2-A	13,6	6,9	5,3	6,5	35,2	65,3	35,8	37,2	40,1	39,2	5,6
Ca2-B	48,5	34,8	18,4	38,6	14,2	48,9	24,5	45,3	51,2	45,7	12,5
Ca2-AB	24,6	47,0	35,0	5,9	16,2	45,6	16,2	33,3	30,8	31,5	52,6
Hg2-A	65,7	7,0	62,1	32,4	13,5	57,2	23,2	10,5	22,7	16,3	25,3
Hg2-B	7,8	35,6	28,9	56,2	26,4	35,6	11,5	25,3	15,9	23,2	32,5
Hg2-AB	12,0	21,5	21,4	74,2	25,8	31,8	26,3	30,1	21,2	25,2	13,2
Fe2-A	54,8	36,0	3,6	15,3	65,2	26,9	1,5	67,2	53,2	49,9	24,5
Fe2-B	16,9	45,0	24,5	13,6	12,3	36,9	15,8	72,0	59,1	62,9	7,5
Fe2-AB	34,6	42,8	15,3	24,3	9,8	42,5	26,3	55,9	43,1	60,1	48,5
A12-A	32,4	26,2	28,5	65,2	4,2	53,1	48,7	23,1	21,5	52,1	21,4
A12-B	65,2	35,3	16,9	36,5	56,2	62,4	56,9	6,3	26,3	5,9	23,6
A12-AB	66,9	22,5	24,5	62,5	48,2	23,6	63,5	35,4	45,8	3,5	69,2
Rn2-A	34,7	21,4	22,3	45,0	31,2	54,2	24,6	2,5	39,6	28,6	18,5
Rn2-B	45,8	19,7	54,2	48,3	36,9	74,2	25,3	25,1	62,3	34,5	41,7
Rn2-AB	2,6	65,2	36,9	85,2	65,2	56,3	36,2	6,9	35,4	49,6	2,3
Cu2-A	53,6	49,6	62,3	36,9	35,2	1,3	12,6	32,5	15,2	11,0	49,5
Cu2-B	16,9	48,2	74,2	52,9	48,2	5,6	10,2	54,2	25,8	24,5	23,1
Cu2-AB	26,7	36,9	25,6	67,0	26,9	13,9	9,5	45,2	16,5	26,3	2,5
Zn2-A	,2	25,4	68,2	76,2	35,2	22,3	2,4	3,6	9,3	35,9	39,6
Zn2-B	14,5	8,6	21,4	68,2	31,2	24,5	18,5	28,5	35,4	43,6	24,5
Zn2-AB	7,7	1,7	25,6	12,3	45,3	26,9	3,6	46,2	21,5	26,3	15,6

VARS.	Sil-B	Sil-AB	Are-A	Are-B	Are-AB	S/A-A	S/A-B	S/A-AB	Arg B/A	N1F	N2F
P1-A	37,2	28,7	5,3	10,4	43,2	35,2	21,2	15,1	21,3	15,7	56,5
P1-B											
P1-AB	11,2	25,8	41,5	24,5	12,5	48,8	33,6	12,3	8,3	21,7	13,5
K1-A	26,8	69,5	5,6	36,2	25,3	12,5	31,2	24,8	9,7	36,9	57,4
K1-B	35,6	42,7	36,9	12,2	36,9	36,5	18,5	33,2	20,3	18,5	27,8
K1-AB	1,5	51,7	52,6	7,9	57,8	24,8	24,7	52,1	15,0	32,3	36,6
Ca+Hg-A	25,0	85,2	12,4	18,5	49,6	51,2	26,9	42,1	1,4	62,5	57,4
Ca+Hg-B	25,6	36,4	51,2	25,3	24,6	18,6	36,9	36,2	2,1	15,4	14,2
Ca+Hg-AB	13,5	24,6	31,2	32,6	7,8	26,9	65,4	35,1	10,6	24,1	24,5
CZ-A	26,3	22,1	33,3	49,8	3,6	35,7	42,5	42,1	24,3	42,1	7,8
CZ-B	14,2	54,1	21,0	53,9	9,8	42,8	28,5	12,5	12,1	35,8	2,5
CZ-AB	52,3	55,4	23,0	62,1	36,2	51,2	13,8	18,2	43,2	12,4	,5
Al1-A	62,3	42,5	13,5	58,6	45,2	54,7	23,8	10,6	2,1	2,5	24,7
Al1-B	15,2	21,0	14,7	13,5	15,8	26,3	82,5	9,6	18,2	8,6	15,7
Al1-AB	14,7	21,6	51,2	28,8	24,7	28,5	36,2	15,3	20,0	9,7	35,5
Al+H-A	26,3	32,5	36,9	12,4	26,9	3,9	34,5	25,6	42,1	25,6	26,3
Al+H-B	32,4	12,5	54,2	36,2	32,7	18,5	15,6	48,5	54,3	33,4	42,5
Al+H-AB	23,9	10,0	25,0	52,6	48,5	21,2	25,8	39,6	31,0	24,5	26,3
pH-A	45,6	2,5	14,2	42,5	57,2	49,6	62,5	75,4	18,2	55,4	35,2
pH-B	21,5	26,3	25,3	36,3	68,2	18,7	45,2	59,6	21,3	42,5	24,8
pH-AB	23,6	3,8	36,3	12,2	62,8	22,9	18,7	66,8	22,0	28,7	41,2
CTC-A	22,3	33,6	32,5	24,2	13,5	39,6	23,3	32,1	23,6	15,4	27,4
CTC-B	62,5	42,5	26,2	14,8	13,2	54,7	33,3	53,1	43,7	28,7	21,7
CTC-AB	15,2	8,8	24,2	25,2	16,8	15,8	35,2	25,3	32,5	23,8	26,8
S-A	25,0	85,2	12,4	18,5	49,6	51,2	26,9	42,1	1,4	62,5	57,4
S-B	25,6	36,4	51,2	25,3	24,6	18,6	36,9	36,2	2,1	15,4	14,2
S-AB	13,5	24,6	31,2	32,6	7,8	26,9	65,4	35,1	10,6	24,1	24,5
VZ-A	16,8	2,4	15,4	62,3	18,5	12,8	2,5	19,0	24,5	38,7	55,4
VZ-B	13,6	25,6	23,6	54,2	26,3	10,0	6,9	39,8	64,3	45,8	45,7
VZ-AB	65,2	32,5	32,5	58,2	38,6	9,8	15,7	34,7	33,4	51,2	41,0
n-A	42,5	1,4	15,8	23,6	26,3	35,7	23,6	5,6	19,3	24,2	25,8
n-B	36,9	36,9	62,1	33,2	34,5	26,7	8,9	9,8	7,5	51,4	32,6
n-AB	65,2	12,5	14,2	18,6	48,5	28,5	15,6	7,5	12,6	22,3	17,0
P2-A	1,2	1,7	13,2	42,1	47,5	33,3	65,2	31,4	18,5	18,7	15,6
P2-B	3,1	7,3	15,6	33,1	23,6	48,7	48,7	42,4	25,4	26,9	19,8
P2-AB	1,0	,3	6,9	18,5	33,6	25,8	53,6	25,1	45,7	32,4	27,0
K2-A	2,9	17,1	25,3	7,9	31,4	52,4	12,5	26,0	26,3	7,6	22,3
K2-B	12,5	15,0	53,2	24,0	25,0	62,5	36,2	47,5	36,5	12,8	35,6
K2-AB	14,5	11,1	15,2	23,6	75,2	48,5	14,2	26,3	58,6	11,7	62,0
Ca2-A	21,4	36,5	39,5	41,2	23,6	36,9	25,7	65,2	51,2	28,6	24,5
Ca2-B	7,5	21,0	32,4	13,5	62,4	65,8	42,8	51,0	15,2	49,6	45,1
Ca2-AB	65,2	9,5	42,5	39,6	53,8	15,2	51,2	53,6	9,3	58,0	57,8
Mg2-A	12,5	26,3	26,3	28,5	44,2	25,4	23,6	21,1	21,4	62,3	26,3
Mg2-B	36,2	45,8	15,2	42,5	52,3	6,9	35,6	28,0	48,5	65,8	21,7
Mg2-AB	35,4	8,7	24,5	69,2	51,2	28,5	62,3	64,2	47,0	75,0	12,3
Fe2-A	15,2	23,6	36,3	36,9	24,2	31,2	5,3	51,3	5,6	25,8	14,7
Fe2-B	8,9	65,2	32,3	41,2	36,3	47,5	6,8	36,3	3,8	26,9	9,8
Fe2-AB	6,5	13,5	45,5	25,2	35,3	58,2	12,4	35,0	9,2	24,0	28,6
Al2-A	24,5	42,5	52,4	48,5	12,5	23,9	12,4	2,8	22,4	12,4	17,0
Al2-B	26,3	36,2	26,3	37,5	24,5	74,2	52,7	15,2	57,5	11,5	22,2
Al2-AB	38,5	34,1	12,4	28,5	45,8	66,6	58,2	9,7	23,1	36,0	47,5
Mn2-A	62,5	21,6	15,6	15,9	51,2	38,5	36,9	32,4	12,5	25,2	55,7
Mn2-B	45,1	10,2	32,5	26,3	36,2	42,8	65,2	25,3	36,2	24,8	32,0
Mn2-AB	24,5	23,6	24,1	34,0	12,5	42,8	69,3	33,6	14,0	39,5	24,1
Cu2-A	16,3	15,4	25,3	24,8	36,2	69,2	62,3	62,6	23,3	26,3	26,3
Cu2-B	21,8	22,6	62,5	26,3	63,5	18,8	66,5	52,5	34,5	54,4	52,3
Cu2-AB	25,5	62,3	32,1	32,5	68,5	24,8	42,1	32,1	28,5	56,9	38,5
Zn2-A	32,6	32,5	22,5	12,5	37,5	69,6	28,5	24,7	52,0	41,0	24,2
Zn2-B	42,5	54,1	34,3	45,2	26,8	23,6	12,3	57,4	21,8	22,6	28,5
Zn2-AB	12,5	21,3	32,1	25,6	7,8	12,0	9,8	26,3	24,7	39,0	51,4

[illegible]

VARs.	P1F	P2F	K1F	K2F	Ca1F	Ca2F	Mg1F	Mg2F	Fe1F	Fe2F	Mn1F
P1-A	12,2	48,0	15,8	28,5	9,8	39,8	68,8	18,5	28,4	51,2	25,5
P1-B											
P1-AB	25,4	27,4	16,9	33,4	2,8	47,5	39,6	32,6	26,3	42,1	13,9
K1-A	51,2	12,6	38,7	42,7	51,4	24,1	51,2	12,5	36,9	36,2	36,9
K1-B	41,2	39,8	48,5	25,8	48,7	58,6	24,8	24,1	32,4	28,5	52,4
K1-AB	23,6	67,4	65,8	41,5	39,6	69,8	53,2	35,2	15,8	36,5	15,8
Ca+Mg-A	51,2	54,0	15,3	53,6	51,2	71,2	62,5	15,2	26,8	26,9	42,5
Ca+Mg-B	31,3	25,2	26,9	26,8	12,5	52,8	14,5	36,2	34,8	15,8	36,2
Ca+Mg-AB	12,0	21,4	35,7	65,8	16,9	36,4	1,2	14,5	26,9	41,9	15,7
CZ-A	28,5	42,5	25,8	75,8	31,5	24,5	9,8	25,7	32,7	57,4	25,8
CZ-B	63,2	23,2	26,9	68,4	24,1	15,8	39,8	15,8	51,2	26,3	45,8
CZ-AB	41,2	36,3	15,9	51,2	26,3	62,4	52,4	36,8	36,2	25,1	57,4
A11-A	23,0	38,0	24,7	31,3	35,8	75,2	68,5	14,8	11,4	34,2	26,3
A11-B	25,2	59,6	52,1	25,8	41,2	12,6	24,8	17,5	2,5	59,6	35,1
A11-AB	14,2	41,2	51,4	24,7	26,8	25,6	57,1	26,8	6,8	68,7	24,6
A1+H-A	23,6	28,7	75,4	22,6	26,5	3,6	32,9	9,6	22,3	52,0	35,1
A1+H-B	35,8	26,3	65,1	34,1	38,5	48,2	69,5	25,8	11,4	9,6	26,8
A1+H-AB	48,5	34,5	42,6	15,8	62,4	5,9	18,5	7,2	24,6	2,8	35,7
pH-A	26,9	42,1	36,5	44,7	51,4	62,5	23,9	33,5	23,4	51,0	42,8
pH-B	57,4	15,2	24,8	26,9	27,5	24,5	54,2	26,3	28,7	23,6	9,6
pH-AB	32,6	18,6	35,8	39,8	18,6	36,9	23,6	2,4	54,8	36,2	7,8
CTC-A	44,1	26,3	62,1	14,2	36,5	28,8	51,5	8,5	48,0	42,5	32,1
CTC-B	25,2	34,8	24,7	18,7	24,1	26,3	24,1	66,9	75,0	16,5	45,6
CTC-AB	26,2	26,3	51,2	38,8	36,2	24,3	25,3	58,2	26,9	26,3	12,8
S-A	51,2	54,0	15,3	53,6	51,2	71,2	62,5	15,2	26,8	26,9	42,5
S-B	31,3	25,2	26,9	26,8	12,5	52,8	14,5	36,2	34,8	15,8	36,2
S-AB	12,0	21,4	35,7	65,8	16,9	36,4	1,2	14,5	26,9	41,9	15,7
VZ-A	18,5	36,3	22,8	12,0	24,7	22,1	32,3	24,5	15,9	32,1	22,8
VZ-B	24,7	34,1	35,7	17,8	35,7	14,7	54,7	15,8	32,6	24,5	36,9
VZ-AB	26,3	42,5	26,3	9,0	15,8	15,8	47,5	48,5	69,3	24,7	54,2
■-A	38,5	51,2	35,2	28,6	23,6	62,3	48,5	36,8	33,2	51,2	15,3
■-B	34,5	25,8	26,3	59,3	34,2	33,6	32,8	59,6	65,2	36,7	15,2
■-AB	45,6	24,5	34,1	33,1	45,2	55,4	62,3	58,7	52,3	41,5	36,2
P2-A	28,9	18,5	14,2	28,4	23,6	65,2	2,3	38,5	12,5	57,8	18,5
P2-B	34,5	42,7	25,3	57,4	68,5	24,8	7,9	18,5	14,8	12,2	36,4
P2-AB	15,6	19,6	34,1	15,2	49,6	26,3	18,5	58,6	56,8	9,8	26,3
K2-A	62,3	23,6	16,5	35,4	51,4	36,8	39,6	38,5	32,5	12,7	59,6
K2-B	58,6	34,6	14,7	68,5	47,5	59,6	54,8	47,8	33,6	25,0	42,5
K2-AB	75,2	52,3	24,8	52,3	8,9	54,7	53,9	58,2	54,1	17,5	84,5
Ca2-A	52,4	62,1	24,6	34,7	36,2	15,7	62,1	18,4	26,4	39,8	56,2
Ca2-B	63,9	58,2	28,6	12,5	18,9	48,5	36,9	27,4	12,0	48,5	41,2
Ca2-AB	54,2	54,1	34,7	1,2	31,4	27,8	59,6	29,6	24,5	39,8	53,6
Mg2-A	23,6	23,6	26,8	24,1	21,5	35,9	32,8	38,5	15,2	24,7	36,9
Mg2-B	32,4	32,4	31,6	28,5	26,3	68,5	26,8	28,5	62,4	56,9	25,4
Mg2-AB	33,6	15,2	32,6	34,5	14,2	7,2	58,4	18,5	36,3	57,8	24,5
Fe2-A	66,2	39,6	39,5	26,3	28,5	18,5	21,3	28,5	33,2	48,5	15,0
Fe2-B	57,8	34,7	42,1	18,5	26,3	69,8	10,1	27,4	51,2	69,9	26,3
Fe2-AB	25,8	21,6	18,6	47,5	54,7	32,6	19,6	18,7	45,8	78,9	9,8
Al2-A	22,1	32,5	9,6	58,2	23,6	34,7	39,8	47,5	63,6	81,0	25,8
Al2-B	15,2	36,3	2,8	26,3	51,4	45,0	59,0	59,6	65,8	72,6	18,5
Al2-AB	30,0	34,5	5,7	52,0	23,8	22,8	24,8	39,9	56,0	69,6	54,7
Mn2-A	29,8	25,6	31,2	21,4	54,7	54,2	56,3	28,7	2,0	32,1	26,3
Mn2-B	24,8	18,2	24,8	23,6	51,4	47,5	35,3	58,6	3,6	51,2	26,3
Mn2-AB	17,5	48,7	18,7	28,5	26,9	26,3	32,4	47,3	,9	24,8	36,9
Cu2-A	23,6	25,0	48,5	54,2	28,4	36,5	28,5	69,2	22,1	26,9	54,8
Cu2-B	35,4	55,4	24,8	58,2	47,5	24,5	65,4	57,4	36,2	36,9	5,2
Cu2-AB	25,6	54,1	59,8	47,5	21,5	58,7	9,6	18,5	15,2	54,8	16,9
Zn2-A	36,3	26,3	64,8	23,6	8,7	26,2	25,8	39,6	4,2	22,1	,9
Zn2-B	24,7	37,8	7,3	21,0	23,6	21,4	33,9	39,8	18,6	36,9	5,2
Zn2-AB	28,5	46,5	19,6	12,5	4,8	15,8	4,1	24,8	26,0	58,4	3,9

VARS.	Mn2F	Cu1F	Cu2F	Zn1F	Zn2F	B1F	B2F	HT	DAP	VOL	ICA-VOL	ICA-HT	ICA-DAP
P1-A	15,6	27,8	48,7	21,0	13,5	65,8	33,0	2,8	5,6	8,1	9,6	2,8	8,4
P1-B													
P1-AB	28,6	36,9	51,0	35,1	21,6	33,2	26,9	,0	2,3	3,0	15,1	7,3	2,5
K1-A	32,5	51,2	65,1	21,2	48,9	36,5	54,7	44,9	55,7	28,6	22,3	30,9	,9
K1-B	14,2	42,8	26,9	63,5	18,5	26,3	25,0	21,6	31,0	14,0	11,3	8,1	1,5
K1-AB	62,5	23,6	35,8	52,6	42,5	14,5	2,7	27,5	36,9	18,1	10,0	12,5	2,0
Ca+Hg-A	58,2	55,0	15,2	54,8	36,5	28,5	6,9	34,8	43,4	12,3	,2	,5	,6
Ca+Hg-B	34,7	25,8	32,0	15,8	12,4	26,8	12,5	28,9	40,2	9,2	5,4	1,3	2,8
Ca+Hg-AB	42,5	15,6	14,2	47,5	35,7	57,4	15,8	34,0	44,7	12,7	2,1	,9	1,5
CZ-A	26,3	32,4	10,0	53,6	48,5	28,8	47,5	56,5	66,4	58,0	28,5	25,2	2,3
CZ-B	35,4	15,2	26,3	68,9	368,7	57,4	24,8	32,4	26,3	46,5	23,2	5,9	5,1
CZ-AB	24,6	47,5	57,4	52,0	57,4	56,9	51,4	51,7	53,2	60,7	25,0	4,2	6,6
A11-A	16,3	58,2	46,8	31,2	48,7	26,8	47,7	1,9	1,8	1,9	5,1	10,2	12,3
A11-B	25,7	26,3	52,3	49,8	51,2	59,6	59,6	7,6	2,9	,1	4,2	2,5	15,2
A11-AB	48,5	21,4	33,6	42,8	37,4	34,8	63,0	4,6	2,7	,4	8,6	3,0	10,1
A1+H-A	62,8	32,5	69,5	9,6	58,6	26,7	9,0	1,8	2,2	14,3	7,0	,5	22,1
A1+H-B	57,1	26,3	78,0	18,0	62,1	15,2	18,2	22,0	23,8	40,4	10,0	,0	18,9
A1+H-AB	26,3	15,6	32,2	17,5	36,8	34,7	7,5	6,5	6,6	22,9	8,5	,5	24,4
pH-A	35,9	23,6	45,2	32,3	51,4	16,9	25,0	39,6	46,2	15,1	1,2	15,0	7,8
pH-B	54,7	57,4	15,2	36,9	24,5	28,4	22,3	18,2	19,1	4,6	6,3	6,8	12,6
pH-AB	26,3	21,0	14,2	54,0	36,9	51,7	26,3	31,2	36,4	10,0	4,2	4,1	11,4
CTC-A	32,5	21,3	16,3	26,8	59,6	53,6	65,3	58,5	72,9	51,5	18,9	24,9	18,5
CTC-B	12,5	33,6	36,5	25,4	58,7	68,7	21,0	49,4	61,2	42,5	23,8	33,1	10,7
CTC-AB	26,3	24,8	23,6	22,1	54,2	24,2	74,5	54,8	67,0	51,6	17,3	26,1	23,5
S-A	58,2	55,0	15,2	54,8	36,5	28,5	6,9	34,8	43,4	12,3	,2	,5	,6
S-B	34,7	25,8	32,0	15,8	12,4	26,8	12,5	28,9	40,2	9,2	5,4	1,3	2,8
S-AB	42,5	15,6	14,2	47,5	35,7	57,4	15,8	34,0	44,7	12,7	2,1	,9	1,5
VZ-A	62,5	54,8	54,8	41,2	23,1	63,2	33,5	13,9	19,0	1,0	8,5	4,6	16,9
VZ-B	85,2	26,3	62,3	28,5	63,2	54,2	62,5	11,6	17,2	,5	11,3	10,2	21,4
VZ-AB	47,5	57,0	58,1	36,0	53,2	53,6	47,8	12,4	18,6	,5	12,0	9,9	19,6
n-A	12,5	24,5	22,7	26,3	15,2	68,5	22,3	10,2	14,7	,3	2,4	18,7	13,2
n-B	69,2	36,2	15,8	25,8	24,7	66,6	52,6	36,4	37,3	10,4	15,4	15,6	7,1
n-AB	32,5	24,5	45,0	35,8	26,3	52,4	41,2	25,1	28,7	4,7	17,0	7,0	8,0
P2-A	21,4	48,5	13,5	42,3	24,5	44,1	13,2	29,8	62,1	58,2	39,8	32,8	,0
P2-B	36,5	51,2	9,2	26,3	48,7	26,5	52,1	29,4	60,5	55,2	42,4	33,2	,2
P2-AB	26,3	12,1	7,1	59,6	26,3	23,2	15,0	28,7	60,0	55,1	33,2	33,0	,1
K2-A	57,4	47,5	26,5	58,4	34,1	65,3	42,6	22,7	24,0	13,7	12,1	6,0	5,6
K2-B	42,8	39,5	32,4	25,8	22,3	58,7	25,8	4,2	6,6	1,8	5,4	14,7	7,2
K2-AB	51,2	59,6	51,2	62,3	26,0	10,2	54,7	5,3	5,9	1,5	17,0	12,0	10,0
Ca2-A	69,8	47,5	53,6	52,0	15,2	9,6	32,6	15,0	46,2	38,6	23,1	28,0	15,6
Ca2-B	62,3	15,8	54,7	39,6	10,2	18,5	21,4	36,0	36,9	43,3	5,2	27,4	13,4
Ca2-AB	32,5	16,9	59,0	58,4	9,5	19,6	53,6	16,6	36,4	29,1	18,9	20,6	12,0
Hg2-A	26,3	57,4	68,5	47,8	34,5	28,5	58,6	57,4	43,3	42,9	30,2	47,9	1,1
Hg2-B	24,5	15,2	18,5	51,2	26,3	54,2	41,3	1,8	1,1	,0	25,2	39,6	2,5
Hg2-AB	15,6	36,2	46,9	12,5	12,4	56,9	57,4	6,0	,2	,0	23,3	39,0	3,6
Fe2-A	23,7	51,4	52,6	26,3	11,0	23,6	2,3	23,4	52,4	51,1	32,0	22,1	,3
Fe2-B	42,5	28,5	38,4	52,3	8,7	26,0	5,8	38,7	56,6	59,3	48,3	24,5	,0
Fe2-AB	25,3	26,3	47,5	63,2	25,1	25,8	13,9	34,3	56,2	57,2	43,5	24,2	,1
A12-A	57,4	48,5	16,9	32,1	33,3	7,2	28,5	62,9	75,1	73,7	48,1	35,4	13,8
A12-B	65,0	57,1	26,3	21,0	26,3	6,2	24,7	66,6	77,4	79,2	50,1	35,3	2,9
A12-AB	24,8	42,1	59,6	24,2	41,2	12,3	36,7	67,1	77,9	78,6	50,5	36,8	2,1
Mn2-A	59,6	53,2	48,5	32,1	25,6	65,2	28,4	11,1	42,2	41,7	21,3	15,2	7,2
Mn2-B	37,8	62,8	75,2	15,2	28,0	48,5	57,4	13,6	35,0	32,2	3,5	12,8	5,9
Mn2-AB	41,8	36,9	15,8	36,2	6,3	17,5	26,0	13,3	39,1	37,0	12,0	29,6	15,6
Cu2-A	54,1	65,8	26,3	24,8	32,4	26,4	47,5	17,6	43,6	43,7	7,1	,8	5,5
Cu2-B	23,6	25,8	22,4	26,9	26,3	65,2	38,7	16,6	44,1	45,6	5,8	2,9	3,1
Cu2-AB	33,2	32,4	15,8	12,5	25,8	35,4	56,9	18,8	46,8	46,5	10,4	3,1	2,9
Zn2-A	5,2	58,0	45,0	32,5	1,5	22,5	15,4	27,9	56,0	48,2	34,3	31,3	,0
Zn2-B	9,8	62,3	18,3	25,6	25,8	15,5	28,0	27,6	48,3	43,4	26,8	17,2	,2
Zn2-AB	21,5	41,2	29,8	45,2	26,3	54,8	29,6	27,7	50,4	44,5	29,7	21,6	,2

VAR5.	Mn2F	Cu1F	Cu2F	Zn1F	Zn2F	B1F	B2F	HT	DAP	VT	ICA-VOL	ICA-HT	ICA-DAP
Ca3-A	18,4	52,4	10,8	15,2	28,5	41,5	62,5	13,9	41,8	34,7	20,5	24,1	,2
Ca3-B	57,4	24,8	5,2	56,9	32,4	59,6	7,0	12,4	50,2	37,5	22,5	26,3	,3
Ca3-AB	32,6	39,7	9,7	24,8	52,6	38,2	75,8	12,1	33,0	25,0	19,0	21,2	,3
Hg3-A	62,5	48,6	26,9	32,6	36,9	65,2	45,0	14,4	50,8	44,0	8,7	23,0	3,0
Hg3-B	42,5	15,7	51,4	51,2	25,8	32,2	17,8	13,9	54,1	44,6	9,5	27,3	2,8
Hg3-AB	15,2	31,0	23,6	42,1	15,4	15,2	65,2	15,5	53,8	44,4	12,0	28,8	3,1
K3-A	38,4	16,3	85,4	14,7	26,3	24,7	34,5	32,6	49,9	39,6	18,6	21,5	,3
K3-B	57,2	26,7	28,7	25,8	65,2	14,7	28,5	18,6	39,5	27,3	16,1	26,1	,2
K3-AB	53,2	24,8	54,2	35,7	45,2	57,4	15,2	21,5	41,7	30,4	11,7	17,4	,0
Zn3-A	22,1	58,0	26,3	24,5	15,8	18,4	47,2	5,8	32,9	34,8	3,2	12,8	5,1
Zn3-B	24,1	14,5	57,4	15,9	27,0	15,2	52,8	12,2	29,2	32,6	5,1	19,6	1,2
Zn3-AB	26,3	26,8	22,3	26,5	13,6	26,3	62,3	6,4	34,5	36,0	6,2	26,5	3,6
Cu3-A	56,3	23,3	36,9	32,4	17,4	57,8	54,7	11,5	39,1	37,6	15,4	12,4	,6
Cu3-B	57,4	63,2	51,4	13,6	62,5	26,9	58,2	10,0	32,8	31,0	11,0	4,6	,8
Cu3-AB	9,3	52,1	21,7	24,5	36,3	66,3	3,6	10,1	33,6	31,7	12,5	15,3	,7
Arg-A	17,8	39,9	28,5	26,3	42,5	59,5	18,5	64,4	84,9	88,6	12,5	29,5	8,2
Arg-B	41,2	48,0	14,7	35,2	58,2	69,6	47,5	64,4	63,3	65,1	9,7	28,6	7,8
Arg-AB	25,6	75,2	6,2	15,2	48,7	8,2	26,0	66,0	69,9	71,5	10,3	28,7	8,2
Si1-A	33,6	36,9	33,9	24,5	51,2	18,8	25,5	31,3	54,9	37,9	,3	9,8	16,9
Si1-B	54,1	51,2	63,0	1,5	37,8	41,5	28,9	28,5	48,3	32,4	6,4	23,2	3,1
Si1-AB	58,2	47,8	45,8	26,9	41,8	26,6	33,5	29,4	50,3	33,9	6,0	23,6	5,5
Are-A	62,7	52,2	24,5	32,9	56,9	32,5	14,5	56,4	83,6	73,9	12,5	,5	,6
Are-B	26,3	15,0	15,2	62,3	6,0	52,3	10,0	62,6	75,8	65,8	9,0	2,1	1,5
Are-AB	57,4	26,9	26,3	32,0	18,0	62,4	26,3	61,3	78,1	67,8	8,7	2,2	2,0
S/A-A	26,3	33,6	24,5	19,3	25,8	52,3	9,6	9,8	23,4	9,0	41,4	46,6	3,7
S/A-B	33,6	54,1	15,8	15,0	26,3	57,4	16,0	8,9	33,5	22,7	35,2	41,0	4,8
S/A-AB	65,2	28,9	48,7	8,2	35,4	53,2	21,1	12,1	37,1	24,3	37,4	40,0	3,9
Arg B/A	27,5	24,7	52,6	32,4	10,0	58,6	35,4	12,8	21,5	28,9	15,8	21,3	12,5
H1F	2,2	,0	1,0	24,1	13,8	18,7	27,2	19,2	17,2	23,0	5,9	,5	7,9
H2F	2,3	2,1	3,4	28,1	3,1	1,3	8,6	,1	,6	5,0	5,4	,0	,0
P1F	6,8	1,8	3,6	7,8	9,0	,3	39,9	,5	4,4	5,4	10,5	7,3	3,8
P2F	1,3	,1	10,2	2,7	12,6	,2	11,0	1,7	5,8	2,4	4,7	10,6	6,0
K1F	,6	2,5	37,8	40,6	49,6	18,7	,7	88,2	72,4	75,6	60,1	57,5	6,4
K2F	,1	,9	25,9	17,2	49,8	13,5	1,6	65,2	43,0	42,8	41,3	33,1	6,2
Ca1F	14,4	16,9	33,3	16,0	24,7	30,7	24,2	1,3	12,0	4,7	,0	4,6	8,1
Ca2F	30,7	11,2	25,8	42,5	47,4	52,0	9,7	11,7	24,8	16,7	3,4	9,1	16,7
Hg1F	14,9	12,1	23,6	76,9	51,8	36,1	31,1	36,8	55,5	86,8	41,4	22,7	,1
Hg2F	,5	18,2	48,7	71,6	61,0	59,8	14,8	30,0	51,3	48,5	36,0	22,0	1,6
Fe1F	13,2	1,5	5,4	,1	7,3	3,3	4,4	22,1	2,9	8,9	8,5	,6	,6
Fe2F	3,2	6,9	,5	,0	10,7	7,2	1,0	17,8	1,9	4,3	12,9	8,0	1,7
Mn1F	5,9	4,4	13,6	27,1	20,8	13,3	,0	24,3	21,8	31,3	22,6	13,9	1,8
Mn2F		,3	,0	2,6	,1	,3	,2	2,2	5,7	11,9	15,0	3,4	16,7
Cu1F			20,2	10,2	9,2	25,8	4,5	2,3	11,5	5,6	,2	,6	9,8
Cu2F				42,3	51,0	54,0	3,6	31,1	64,6	47,7	36,2	,9	,8
Zn1F					70,1	45,8	11,2	38,6	64,7	71,2	46,9	33,6	2,1
Zn2F						52,0	7,8	51,5	63,5	62,4	41,6	31,6	6,5
B1F							1,5	23,8	48,1	37,0	11,7	10,0	2,4
B2F								,8	2,2	4,2	7,2	8,7	8,8

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ARMSON, K.A. Soil and plant analysis techniques as diagnostic criteria for evaluating fertilizer needs and treatment response. Upper Darby, P.A., USDA, Forest Service, 1973. p.155-166. (General Technical Report, NE-3).
- 2 ASHE, W.W. Loblolly or North Carolina pine. N.C. Geol. and Econ. Survey Bul. 24, 1951, 176p.
- 3 BALLARD, R. Urea and ammonium nitrate as nitrogen sources for southern pine plantations. Southern Journ. of Appl. Forestry 5(3):105-108, 1981.
- 4 . Optimum nitrogen rates for fertilization of loblolly pine plantations. Southern Journ. of Appl. Forestry, 5(4): 212-216, 1981.
- 5 BARROWS, H.L. et alii. Effect of soil type on mobility of zinc in the soil and on its availability from zinc sulfate to tung. Soil Science Society of America Proceedings, 24(5):367-372, 1960.
- 6 BARUSSO, A.P. A determinação de funções de crescimento mediante análise de tronco. Curitiba, 1977. 133p. Dissertação, Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.
- 7 BAR-YOSEF, B. pH-dependent zinc adsorption by soils. Soil Science Society of America Journal, 43:1095-1099, 1979.
- 8 BASSON, W.D. et alii. An automated procedure for the determination of boron in plant tissue. Analyst, 94:1135-41, 1969.
- 9 BEVEGE, D.I. & RICHARDS, B.N. Principles and practice of foliar analysis as a basis for crop-logging in pine plantations. II. Determination of critical phosphorus levels. Plant and Soil, 37(1):55-71, 1971.
- 10 BJORKMAN, E. Manuring and resistance to diseases. In: A Colloquium: the fertilization of forest trees. Potash Inst., Berna, Suíça. 1967. p.20-21.
- 11 BONILLA, J.A. Elementos de Estadística. Ed. Comunidad del Sur, Montevideo. 1971. 129 p.

- 12 BRASIL. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo (Contribuição a Carta de Solos do Brasil). Rio de Janeiro. 1960. 634 p. (Boletim do Serviço Nacional de Pesquisas Agrônomicas, 12).
- 13 COILE, T.S. & SCHUMACHER, F.X. Relation of soil properties to site index of loblolly and shortleaf pines in the Piedmont region of the Carolinas, Georgia and Alabama. Journal of Forestry, 51:739-744, 1943.
- 14 COILE, T.S. Relation of soil characteristics to site index of loblolly and shortleaf pines in the lower Piedmont of North Carolina. Duke Univ. Forestry Bull. 13, 1948. 78p.
- 15 CHANDLER, R.F. *et alii*. Relation between soil types and the growth of loblolly pine and shortleaf pine in east Texas. Journal of Forestry, 41:505-506, 1943.
- 16 CHUNG, H.H. Growth, biochemical changes and photo synthate allocation in shoots of *Pinus taeda* L. Diss. Abstr. Int. B 36(6):2593-2594, 1975.
- 17 DITLEVSEN, B. Diseños experimentales. In: Curso de Capacitación FAO-DANIDA sobre la Mejora Genética de Árboles Forestales, Mérida, Venezuela, 1980. Mejora Genética de Árboles Forestales. Roma, FAO, 1980. pp. 100-116 (FAO: Montes no. 20).
- 18 DRAPPER, N.K. & SMITH, H. Applied regression analysis. New York, John Wiley, 1981. 708 p.
- 19 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979. n.p.
- 20 . Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento; em uso pelo SNLCS. Rio de Janeiro, EMBRAPA-SNLCS, 1988. 67p.
- 21 . & INSTITUTO AGRÔNOMICO DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná. Londrina, 1984. v.1.
- 22 FIALA, K. Direkte Bestimmung von Bor im Pflanzenmaterial nach der Kumunmethode. Plant and Soil, 38:473-476, 1973.
- 23 FINK, A. Pflanzenernährung in stichworten. Kiel, F.Hirt, 1969. 200p.
- 24 FISHER, R.F. & GARBETT, W.S. Response of semimature slash and loblolly pine plantations to fertilization with nitrogen and phosphorus. Soil Science Society of America Journal, 44 (4):850-854, 1980.
- 25 FOWELLS, H.A. & KRAUSS, R.N. The inorganic nutrition of loblolly pine and virginia pine with special reference to nitrogen and phosphorus. Forest Science, 5(1):95-111, 1959

- 26] FREESE, F. Linear regression methods for forest research. Madison, Wisc., Forest Prod. Lab., 1964. 136 p.
- 27] GAISER, R.N. Relation between soil characteristics and site index of loblolly pine in the Coastal Plain region of Virginia and the Carolinas. Journal of Forestry, 48: 271-275, 1950.
- 28] GODOY, H. et alii. Clima do Paraná. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONômICO DO PARANÁ. Manual agropecuario para o Paraná. Londrina, 1976. p: 17-37.
- 29] GREGORY, J.D. et alii. Fertilization and irrigation stimulate flowering and cone production in a loblolly pine seed orchard. Southern Journal of Applied Forestry, 6(1):44- 48, 1982.
- 30] HAINES, L.W. & HAINES, S.G. Fertilization increases growth of loblolly pine and ground cover vegetation on a cecil-soil. Forest Science, 25(1):169-174, 1979.
- 31] HILDEBRAND, C. et alii. Manual de análise química de solos e plantas. Curitiba, UFFR - Setor de Ciências Agrárias, 1976/77. 255p.
- 32] HOLLAND, D.A. Component analysis: an aid to the interpretation of data. Exp. Agric., 5:151-164, 1969.
- 33] HUMPHREYS, F.R. & KELLY, J. The variation of phosphorus content in *Pinus elliotii* foliage. Australian Forestry, 26(2):78-86, 1962.
- 34] ISEBRANDS, J.G. & CROW, T.R. Introduction to uses and interpretation of principal components analysis in forest biology. North Central For. Exp. Station. USDA-FS, 1975, 16p (General Technical Rep. 17).
- 35] JACKSON, M.L. Soil chemical analysis. Printice-Hall Inc. Englewood Cliffs, N.Y. 1960.
- 36] JORGENSEN, J.R. et alii. The nutrient cycle: key to continuous forest production. Journal of Forestry, 73(7):400-403, 1975.
- 37] KENDALL, M.G. A course in multivariate analysis. New York, Hafner Pub. Co., 1957. 165p.
- 38] KNICKMANN, E. Handbuch der landwirtschaftlichen versuchs und Untersuchungsmethodik. Berlin, v.1., 1955.
- 39] KRAMER, P.J. Species differences with respect to water absorption at low soil temperatures. American Journal of Botany, 29:826-832, 1942.
- 40] _____. Effect of variation in length of day on growth and dormancy of trees. Plant Physiology, 11: 127-137, 1936.

- 41 . Amount and duration of growth of various species of tree seedlings. Plant Physiology, 18:239-251, 1943.
- 42 . Some effects os various combinations of day and night temperatures and photoperiod on height growth of loblolly pine seedlings. Forest Science, 3:45-55, 1957.
- 43 LEAF, A.L. Plant analysis as an aid in fertilization forests. In: Soil testing and plant analysis. Wisc., USA. Soil Science Society of America Inc., 1973. 427-454.
- 44 LOPES, A.S. Solos sob "cerrado". Características, propriedades e manejo. Piracicaba, SP, Inst. da potassa e fosfato, 1983. 162p.
- 45 Mac CARTHY, R. & DAVEY, C.B. Nutritional problems of *Pinus taeda* L. (loblolly pine) growing on Pocosin Soil. Soil Science Society of America Journal, 40(4):582-587, 1976.
- 46 MACHADO, P.L.O. & PAVAN, M.A. Adsorção de zinco por alguns solos do Parana. Revista Brasileira da Ciencia do Solo, 11:253-256, 1987.
- 47 MACHADO, S.A. Curvas de índice de sitio para plantações de *Pinus taeda* L. na regioa central do Estado do Parana. Revista Floresta, XI(2):4-18, 1980.
- 48 MADER, D.L. Fertilizer needs and treatment responses for wood fiber production: field assessment. Upper Darby, P.A., USDA, Forest Service, 1973. p.140-154. (General Technical Report, NE-3).
- 49 MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição de plantas. São Paulo, Ed. Agronomica Ceres, 1980. 251 p. (Ceres 23)
- 50 METZ, L.J. *et alii*. Sampling soil and foliage in a pine plantation. Soil Science Society of America Proceedings, 30(3):397-399, 1966.
- 51 . *et alii*. Comparing the forest floor and surface soil beneath four pine species in the Virginia piedmont. Asheville, USDA, Forest Service, 1970. 8p. (Research Paper SE-55).
- 52 MILLER, H.G. Dynamics of nutrient cycling in plantation ecosystems. In: Nutrition of plantation forests. Ac. Press., 1984. 53-78.
- 53 MUNSELL COLOR COMPANY. Munsell Soil Color charts. Baltimore, 1946.
- 54 PRITCHETT, W.L. Properties and management of forest soils. New York, John Wiley, 1979. 500p.

- 55 QUINTEROS, M. E. Desenvolvimento da altura dominante de *Pinus taeda* L. como resposta aos estímulos dos fatores do meio, na região de Ponta Grossa. Curitiba, 1967. 60p. Dissertação, Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.
- 56 RICHARDS, B.N. & BEVEGE, D.I. Principles and practices of foliar analysis as an basis for crop-logging in pine plantations: I. Basic considerations. Plant and Soil, 36:109-119, 1972.
- 57 REISSMANN, C.E. Nähr-elementversorgung und Wachstumsleistung von Kiefernbeständen in Südbrasilien. Freiburg 1961. 159p. Dissertation. Universitaet Freiburg.
- 58 . Projeto. Classificação de sítio para *Araucaria angustifolia*, *Pinus elliotii* e *Pinus taeda* no 2º Planalto do Estado do Paraná. Curitiba, UFPR-Setor de Ciências Agrárias, 1963.
- 59 . et alii. O zinco como fator limitante das florestas de *Pinus taeda* no 2º Planalto paranaense. In: SEMANA DA PESQUISA NA UFPR, 3., Curitiba, 1966. Programas e resumos. Curitiba, Universidade Fed. do Paraná, 1966. p.26.
- 60 . & ZÖTTL, H.W. Problemas nutricionais em povoamentos de *Pinus taeda*, em áreas do arenito da formação Rio Bonito-Grupo Guata. Revista do Setor Ciências Agrárias, 9:75-80, 1967.
- 61 . et alii. Crescimento e níveis de macro e micronutrientes em *Araucaria angustifolia* e *Pinus taeda* sobre solos derivados do Itararé (carbonífero). Rev. do Setor de Ciências Agrárias, 9:113-119, 1967.
- 62 REED, J.F. Root and shoot growth of shortleaf and loblolly pines in relation to certain environmental conditions. Duke Univ. Forest. Bull. 4, 1939. 52 p.
- 63 SANTOS FILHO, A. Genese und Eigenschaften repräsentativer Bodentypen in der Schichtstufenlandschaft des Staates Paraná, Brasilien. Freiburg, 1977. 192p. Dissertation, Universitaet Freiburg.
- 64 . Zinco total em alguns solos do Estado do Paraná. Revista do Setor de Ciências Agrárias, 5(1/2):1-3, 1963.
- 65 . et alii. Interações entre solos e o crescimento de *Pinus taeda* no município de Ponta Grossa-PR. In: SEMANA DA PESQUISA NA UFPR, 3., Curitiba, 1966. Programas e resumos. Curitiba, Universidade Fed. do Paraná, 1966. p.27.
- 66 . et alii. Interações entre solos e o crescimento de *Pinus taeda* no município de Telêmaco Borba-PR. In: SEMANA DA PESQUISA NA UFPR, 3., Curitiba, 1966. Programas e resumos. Curitiba, Universidade Fed. do Paraná, 1966. p.26.

- 67 . Capacidade de troca de cátions das frações orgânica e mineral em solos do Estado do Paraná. Rev. do Setor de Ciências Agrárias, 7(1/2):43-46, 1985.
- 68 . & DA ROCHA, H.O. O cobre em solos do Estado do Paraná. Revista do Setor de Ciências Agrárias, 4(1/2):23-26, 1982.
- 69 . & . Principais características dos solos que influem no crescimento de *Pinus taeda*, no 2º planalto paranaense. Revista do Setor de Ciências Agrárias, 9:107-111, 1987.
- 70 . & . Relação entre solos e superfícies de erosão de Foz do Iguaçu, PR. II. Óxidos pedogenéticos. Revista do Setor de Ciências Agrárias, 3(2):133-137. 1981.
- 71 SAYAGÜES LASO, L. & TORRES, T. Estado nutricional de *Pinus elliottii* Engelm en dunas arenosas sobre el río Uruguay. Revista Floresta, XVI(1/2):39-47, 1986.
- 72 SCHEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P. Lehrbuch der Bodenkunde. 9. Aufl. Stuttgart, Ferdinand Enke Verlag, 1976. 394p.
- 73 SHOULDERS, E. Site characteristics influence relative performance of loblolly and slash pine. USDA, Forest Service, 1976. 16 p. (Research Paper, SO-115).
- 74 SHUMAN, L.M. The effect of soil properties on zinc adsorption by soils. Soil Science Society of America Proceedings, 39:454-458, 1975.
- 75 SMITH, W.H. et alii. The characterization of dry matter and nitrogen accumulation by loblolly pine (*P. taeda* L.) on poor sites. Soil Science Society of America Proceedings, 27(4):465-468. 1963.
- 76 SNEDECOR, G.W. Métodos estadísticos. CECSA, México. 626p. 1966.
- 77 SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DO SOLO. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 2 ed. Campinas, SBCS/SNLCS, 1982. 45p.
- 78 SOIL SURVEY STAFF. Soil classification: a comprehensive system, 7th approximation. Wash., Govt. Print Off. 1960. 265 p.
- 79 . Supplement to soil classification system, 7th approximation. 2 ed. Wash., Govt. Print Off. 1967. 207 p.
- 80 SWITZER, G.L. et alii. The mineral cycle in forest stands. In: Forest Fertilization. Theory and Practice. Tennessee Valley. Auth., Knoxville, 1968. 1-9.

- 81 et alii. The characterization of dry matter and nitrogen acumulation by loblolly pine (*Pinus taeda* L.). Soil Science Society of America Proceedings, 30(1):115-119, 1966.
- 82 & NELSON, L.E. Nutrient accumulation and cycling in loblolly pine (*Pinus taeda* L.) plantations ecosystems: the first twenty years. Soil Science Society of America Proceedings, 36(1):143-147, 1972.
- 83 THORNWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. Geographical Review (38):55-94, 1948.
- 84 ULRICH, A. & HILLS, F.J. Principles and practices of plant analysis. In: Soil testing and plant analysis. Part II. Soil Science Society Am. Spec. Publ. Series N.2. Soil Science Society of America, Madison, Wisc., 1967. p. 11-24.
- 85 ULRICH, A. Plant analysis as a diagnostic procedure. Soil Science, 55:101-11, 1943.
- 86 USDA-FOREST SERVICE. Silvics of forest trees of the United States. Agricultural Handbook N. 271. 1965.
- 87 . Volume, yield and stand tables for second-growth southern pines. USDA, Forest Service, 1929. 202 p. (Misc. Publ. 50)
- 88 VALERI, S. Exportação de biomassa e nutrientes de povoamentos de *Pinus taeda* L. desbastados em diferentes idades. Curitiba, 1988. 164 p. Tese, Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.
- 89 VAN LEAR, D.H. & GOEBEL, N.B. Leaf fall and forest floor characteristics on loblolly pine plantations in the South Carolina Piedmont. Soil Science Society of America Journal, 40(1):116-119, 1976.
- 90 VETTORI, L. & PIERANTONI, H. Análise granulométrica. Novo método para determinar a fração argila. Rio de Janeiro, EPFS/EPE, Ministério de Agricultura, 1968. 8p. (Boletim Técnico n. 3).
- 91 VINOGRADOV, A.P. The geochemistry of rare and dispersal chemical element in soils. New York, Consultant Bureau, 1959. 209p.
- 92 WALSH, L.M. & BEATON, J.D., ed. Soil testing and plant analysis. 2. ed. Wisc., USA, Soil Science Society of America, Inc., 1973. 489 p.
- 93 WEDEPOHL, K.H. Handbook of geochemistry. Berlin, Springer, 1974.

- 94 WELLS, C.G. & METZ, L.J. Variation in nutrient content of loblolly pine needle with age, season, soil and position on the crown. Soil Science Society of America Proceedings, 27 (1):90-93, 1963.
- 95 . & JORGENSEN, J.R. Nutrient cycling in loblolly pine plantations. In: E. BERNIER AND V.H. WINGET ed. Forest Soils and Forest Land Management. Laval Univ. Press, Québec, 1975. p.137-156.
- 96 WENGER, K.F. Height growth of loblolly pine seedlings in relation to seedling characteristics. Forest Science, 1:158-163, 1955.
- 97 WHITE, D.P. Variation in the nitrogen, phosphorus and potassium contents of pine needle with season, crown position and sample treatments. Soil Science Society of America Proceedings, 18: 326-330, 1954.
- 98 WILLINSTON, H.L. Height growth of pine seedlings. Journal of Forestry, 49:205, 1951.
- 99 ZAHNER, R. Estimating loblolly pine sites in the Gulf Coastal Plain. Journal of Forestry, 52:448-449, 1954.
- 100 ZÖTTL, H.W. et al. Nutrición y fertilización forestal: una guía práctica. Medellín, Univ. Nacional de Colombia, 1971. 116p.